

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О. В. Гондлях

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 133 - Галузеве машинобудування

на тему: «Трубний млин 4.6x10 м з модернізацією корпусу»

Виконав:

студент VI курсу, групи ЛП-71мп

Гопка О.Ю.

Керівник:

Щербина В.Ю.

Консультант з розділу модернізація

доцент каф. ХПСМ,
д.т.н., доц. Щербина В.Ю.

Рецензент

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

Київ – 2018

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 133 - Галузеве машинобудування

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В.Гондлях

«___»_____2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Гопка Олександр Юрійович

1. Тема дисертації «Трубний млин 4.6x10 з модернізацією корпусу», науковий керівник дисертації Щербина Валерій Юрійович, доцент, затверджені наказом по університету від «___»_____20__ р. №_____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження – корпус трубного млина.

4. Вихідні дані: внутрішній діаметр барабана– 4.6 м, довжина барабана – 10м, число обертів млина–15.1 об/хв, ступінь завантаження тілами, що мелють – $\phi=0.23$, відстань між осями підшипників – 13.3м, маса кульового завантаження – 160 т, маса обичайки – 57.3 т, маса футерівки барабана на довжині 8 м = 55 т, 2 м = 19 т, маса розвантажувальної цапфи та її циліндричної частини: на довжині 2.19 м = 20.1 т, на довжині 0.16 м 18.4 т, маса торцевого фланця обичайки з футерівкою – 10.3 т, Маса зубчастого вінця – 25т.

Перелік завдань, які потрібно розробити. Пояснювальна записка повинна мати наступний вигляд: зміст, вступ, призначення та галузь застосування виробу який проектується, технічна характеристика базового обладнання, список конструкції базового обладнання, основні частини та принципу дії, літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації, розділ «Автоматизована система управління», розділ «Охорона праці та навколишнього середовища».

Література, додаток: таблиця «Перелік розглянутих патентів». Розділ «Розрахунки» має включати: розрахунки які підтверджують працездатність та основні геометричні розміри: на міцність, кінематичні та параметричні, теплові, розрахунки, що підтверджують надійність. Розділ «Технологія монтажу та експлуатації»: технологія збирання складальної одиниці, технологія складання машини, змащення машини та література.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу. Технологічна схема лінії або загальний вигляд обладнання, креслення вузлів обладнання (2-3 листа), креслення модернізованих вузлів (2 листа), схема автоматизації (1 лист), плакати ілюстрацій результатів виконаних розрахунків і програм конструкторського проектування (1-2 листа)

7. Орієнтовний перелік публікацій. Дві теза на VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю., доцент каф. ХПСМ		
Монтаж та експлуатація	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Титульні листи. Завдання. Календарний план. Реферати з ключовими словами (українською та іноземною мовами). Перелік позначень, скорочень. Зміст дисертації..		
2	Пояснювальна записка: - вступ - опис базової машини - патентно-літературний огляд - таблиця розглянутих патентів - вибір і обґрунтування модернізації		
	- автоматизація		
	- техніка безпеки		
	- розробка стартап-проекту і оцінкою техніко-економічних показників модернізації,		
	- висновки щодо модернізації,		
3	Розрахунки		
	-кінематичні, параметричні, теплові розрахунки, розрахунки на міцність та інші. -програма та результати розрахунків. -3D модель деталі чи вузла. -візуалізація результатів розрахунків		
4	Технологія монтажу та експлуатації.		
5	Загальний висновок		
	Список посилань		
6	Додатки (специфікації, таблиці, авторські статті, тези, доповіді, заяви на винахід, патенти, та інші досягнення)		
	Графічна частина		
1	Технологічна лінія		
2	Загальний вигляд машини		
3	Складальне креслення вузлів		
4	Складальне креслення вузлів		
5	Модернізації (2). Складальні креслення.		
6	Розрахункова 3D модель		
7	Результати розрахунків		

Студент

О.Ю. Гопка

Науковий керівник дисертації

В.Ю. Щербина

Реферат

Магістерська дисертація за спеціальністю 7.05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» на тему: «Трубний млин з модернізацією корпусу». Дисертація складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку позначень, додатків і переліку посилань. Загальний обсяг роботи ____ аркушів основного тексту

Метою роботи є пошук варіантів модернізації корпусу трубного млина в літературних джерелах і патентах. В даній роботі розглядається модернізація футеровки барабану трубного млина, яка забезпечує підвищення ефективності подрібнення за рахунок ступінчатої футеровки. Також було розглянуто модернізацію корпусу яка забезпечує покращення теплового режиму в робочій камері.

Під час роботи було проведено параметричні та кінематичні розрахунки млина та розрахунки на міцність окремих його вузлів. Виконані креслення вузлів, загального вигляду. Було розроблено правила з техніки безпеки на виробництві, Розроблено систему автоматизації процесу помелу в трубному млині, а також рекомендації з технології монтажу та експлуатації машини. Були розроблені програми для автоматизованого виконання креслень вузлів трубного млина, в результаті були отримані 3D моделі. Отриману 3D модель використали для проведення розрахунків на міцність в системі Ansys.

Даний трубний млин можна використовувати для помелу азбестоцементу.

Виконані розрахунки, а також модернізації дипломної роботи можна використовувати для роботи з подальшим вдосконалення трубних млинів.

Трубний млин, футеровка, подрібнення, розрахунки, автоматизація, тепла ефективність, барабан млина.

Реферат

Магистерская диссертация по специальности 7.05050315 «Оборудование химических производств и предприятий строительных материалов» на тему: «Трубная мельница с модернизацией корпуса». Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка обозначений, приложений и списка ссылок. Общий объем работы ____ листов основного текста

Целью работы является поиск вариантов модернизация корпуса трубной мельницы в литературных источниках и патентах. В данной работе рассматривается модернизация футеровки барабана трубной мельницы, которая обеспечивает повышение эффективности измельчения за счет ступенчатой футеровки. Также была рассмотрена модернизация корпуса которая обеспечивает улучшение теплового режима в рабочей камере.

Во время работы было проведено параметрические и кинематические расчеты мельницы и расчеты на прочность отдельных его узлов. Выполнены чертежи узлов, общего вида. Было разработаны правила по технике безопасности на производстве, Разработана система автоматизации процесса помола в трубном мельнице, а также рекомендации по технологии монтажа и эксплуатации машины. Были разработаны программы для автоматизированного выполнения чертежей узлов трубного мельницы, в результате были получены 3D модели. Полученную 3D модель использовали для проведения расчетов на прочность в системе Ansys.

Данную трубную мельницу можно использовать для измельчения асбестоцемента.

Выполнены расчеты, а также модернизации дипломной работы можно использовать для работы с последующим совершенствования трубных мельниц.

Трубная мельница, футеровка, измельчения, расчеты, автоматизация, тепловая эффективность, барабан мельницы.

ABSTRACT

Master's thesis on the specialty 7.05050315 "Equipment for chemical production and building materials enterprises" on the topic: "Pipe mill with the modernization of the building." The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of symbols, applications and a list of references. Total amount of work ____ sheets of main text

The aim of the work is to search for options for upgrading the body of the pipe mill in the literature and patents. In this paper, we consider the modernization of the lining of the drum of the tube mill, which provides an increase in the efficiency of grinding by means of a stepped lining. It was also reviewed the modernization of the housing which provides improved thermal conditions in the working chamber.

During the work, parametric and kinematic calculations of the mill and strength calculations of its individual nodes were carried out. Completed drawings of nodes, general view. Was developed rules on safety in production, developed a system for automation of the grinding process in a tube mill, as well as recommendations on the technology of installation and operation of the machine. Programs were developed for automated execution of pipe mill assembly drawings, and 3D models were obtained as a result. The resulting 3D model was used to perform strength calculations in the Ansys system.

This pipe mill can be used for grinding asbestos cement.

Calculations are made, as well as the modernization of the thesis can be used for work with the subsequent improvement of pipe mills.

Pipe mill, lining, grinding, calculations, automation, thermal efficiency, drum mills.

Перелік позначень:

E - модуль пружності (MH / m^2);

σ - границя міцності на стиснення (MH / m^2);

ρ - об'ємна маса (T / m^3);

D_0 - внутрішній діаметр барабану (m);

L_0 - довжина барабану (m);

n - частота обертання барабана (об/хв);

D - зовнішній діаметр барабана (m);

L - довжина камери (m);

D_{ψ} - діаметр цапфи (m);

V - об'єм камер (m^3);

$m_{\text{мол}}$ - маса молотьних тіл (T);

$\rho_{\text{мол}}$ - об'ємна маса молотьних тіл (T / m^3);

μ - коефіцієнт порожнистості завантаження;

Π_{ρ} - продуктивність млина ($T / \text{год}$);

N - потужність двигуна (kW);

G - сила тяжіння маси завантаження (H);

P - центробіжна сила інерції маси завантаження (MH);

M_n - максимальний згинальний момент ($H \cdot m$);

W - момент опору корпусу (m^3);

σ_{32} - напруга від вигину цапфи (MPa).

ЗМІСТ

1 ОПИС БАЗОВОЇ МАШИНИ	3
2 ЛІТЕРАТУРНО – ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	7
2.1 Літературний огляд.....	7
2.2 Вибір і обґрунтування модернізації.....	8
3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ В ТРУБНОМУ МЛИНІ .	14
3.1 Аналіз процесу подрібнення як об'єкта автоматизації.....	14
3.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу подрібнення.....	15
3.3 Висновки.....	18
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	19
4.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів.	19
4.2 Повітря робочої зони.	20
4.3 Електробезпека.....	22
4.4 Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються.....	25
4.5 Шум.	26
4.6 Вібрації.....	28
4.7 Промислове освітлення.	28
4.8 Надзвичайні ситуації.	29
5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ.....	32
5.1 Опис ідеї проекту	32
5.2 Загальна інформація про компанію	33
5.3 Аналіз факторів макромаркетингового середовища	37
5.4 Аналіз факторів мікромаркетингового середовища.....	40
6 ВИСНОВКИ	44
Література	45

					<i>ЛП71.013113.01-70ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Трубний млин 4.6х10м з модернізацією корпусу</i>	Літ.	Арк.	Архивів
Розроб.		Гопка О.Ю.						
Перевір.							1	48
Керівник		Щербина В.Ю.				<i>НТУУ 'КПІ', ІХФ</i>		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

Подрібнення – процес зменшення розмірів шматків твердого матеріалу під дією механічної сили - широко звикористовується в різних технологічних процесах виробництв хімічної промисловості.

Подрібнення матеріалів відбувається за рахунок стиранням і ударів. Подрібнення може бути мокрим і сухим з пневматичним транспортуванням сировини; сухий спосіб більш продуктивний і екологічно більш досконалий. Проте використання мокрого способу подрібнення можливе лише при контакті подрібнюваного матеріалу з водою.

Розвиток хімічної промисловості, здебільшого, будіндустрії має величезне значення в житті країни. Необхідність досягати зростання продуктивності, при тих же енерговитратах, змушує впроваджувати у виробництво конструктивно нову техніку або займатися модернізацією наявного обладнання, що в свою чергу також дає значний позитивний ефект.

Темою даної магістерської дисертації є трубний млин з модеонізацією корпусу. Трубні млини широко використовуються для тонкого й грубого помелу матеріалу. Принцип дії млина полягає в подрібненні сировини частковим стиранням і ударом вільно падаючих молильних тіл.

Млини можуть працювати у замкнутому або відкритому циклі. Замкнутий цикл є більш ефективним та перспективним.

У млинах можна подрібнювати матеріал як сухим, так і мокрим способом.

Переваги трубних млинів: отримання постійної і високої тонкості помелу а також її регулювання; змішування сировини в самому млині; надійність в експлуатації, простота конструкції; можливість подрібнення сировини різної твердості.

Недоліки: значна енерговитрата машини; великі розміри і маса; значний пусковий момент; високий рівень шум під час роботи.

1 ОПИС БАЗОВОЇ МАШИНИ

Барабанні млини широко застосовуються в багатотоннажних виробництвах для подрібнення гірничо-хімічної сировини і різних хімічних продуктів. В цих машинах матеріал подрібнюється усередині порожнього футерованого, в який поміщені тіла, що мелють, (кулі, стрижні). При обертанні барабану з відповідною кутовою швидкістю мелючі тіла і матеріал (далі «завантаження») спочатку рухаються по круговій траєкторії, піднімаються на деяку висоту, а потім, відриваючись від стінки, падають по параболі.

Матеріал подрібнюється під впливом стирання і удару, а також роздавлювання. Можна отримати дуже високу ступінь подрібнення збільшуючи час перебування сировини в подрібнювачі, однак при цьому збільшуються енергетичні затрати.

Типорозмір барабанного подрібнювача визначається внутрішнім діаметром D барабану і довжиною L його циліндричної частини.

Барабанні млини класифікують:

За режимом роботи розрізняють барабанні подрібнювачі періодичної і безперервної дії, а по способу подрібнення – машини сухого і мокрого подрібнення.

По способу завантаження і розвантаження матеріалів — із завантаженням і розвантаженням через люк із завантаженням і розвантаженням через пустотілі цапфи), із завантаженням через цапфу і розвантаженням крізь стінки барабана. Барабан млина приводиться в обертання через зубчатий вінець або через центральну цапфу.

Енергоємність процесу подрібнення велика. Однак на подрібнення матеріалів витрачається лише частина енергії, споживаної помольною машиною. Значна частина її губиться у вигляді тепла, звуку, а також на

зношування робочих органів і т.д. З огляду на те, що тонкому подрібненню піддаються великі маси матеріалів (сотні мільйонів тонн), стає очевидним економічне значення удосконалювання цього процесу й устаткування.

Барабанні млини можуть працювати у відкритому або замкнутому циклі. В останньому випадку виведений із млина матеріал, піддається сортуванню (сепарації) і великі частки повертаються в млин на домол. При такій схемі роботи матеріал,

подрібнений до необхідного розміру часток, безупинно віддаляється з млина, що підвищує ефективність її роботи.

Даний трубний млин 4,6 x 10 м призначений для помелу клінкеру в відкритому циклі, для сухого способу виготовлення цементу. Основними частинами трубного млина (Рис.1.2) є розвантажувальні частини 3 і завантажувальна 11 а також приводи: допоміжний та головний. Завантажувальна частина являє собою трубошnek в який потрапляє клінкер і лопаті трубошнеку транспортують матеріал при обертанні барабана 7.

Барабан трубного млина складається з броне-футерівки 5 і корпусу 6, броне-футерівка захищає корпус. Мелючі тіла - кулі знаходяться всередині млина. Розвантажувальна частина являє собою схожий трубошnek, як і завантажувальна, вона також має сита через які подрібнений матеріал надходить на транспортер.

Для роботи млина в робочому режимі призначений головний привід, він складається з наступних частин: циліндричного одноступінчатого редуктора, проміжного з'єднання, обгонної муфти, еластичної муфти і допоміжного приводу.

Для підключення допоміжного приводу і відсікання його при роботі на головному приводі використовується проміжне з'єднання. Для ремонтних цілей призначений допоміжний привід, який складається: циліндричного триступінчатого редуктора; зубчастої муфти, кортра з'єднує вали редукторів, гальма ТКТГ-300, насадженого на пружну муфту, пружної муфти, яка призначена для з'єднання валу редуктора РМ-500 з електродвигуном. Редуктор РМ-500 з електродвигуном, зубчасті муфти і пружна змонтовані на загальній рамі. Вали головного двигуна і редуктора ЦГЗ-240 з'єднує еластична муфта. Потужність допоміжного двигуна складає 55 кВт при $n = 985$ об / хв. Передатне відношення центрального приводу: 5336,48.

Принцип роботи. Матеріал через вагові дозатори 12 з бункерів по похилій частині надходить до приймального живильника, а потім в трубошnek, котрий розташований в пустотілій цапфі завантажувальної кришки барабану трубного млина. Лопаті трубошнека транспортують матеріал в середину млина при обертанні барабана, де він подрібнюється мелючими тілами.

Подрібненна сировина поступово рухається в середині барабану за рахунок підпору його зі сторони живильника новою сировиною, яка витісняє вміст робочої камери до розвантажувальної частини млина. Для виникнення необхідного напору рівень матеріалу, що потрапляє, в завантажувальній частині має бути більший ніж в розвантажувальній. Тому в трубному млині внутрішній діаметр розвантажувальної цапфи більший, ніж діаметр завантажувальної цапфи. Рух сировини по барабану відбувається за рахунок різниці рівнів.

На розвантажувальній цапфі всередині барабану встановлені лопаті, за допомогою яких сировина піднімається вгору, потрапляє на кожух, з якого, через решітки, просипається в трубоштек розвантажувальної частини.

Подрібнений матеріал після розвантажувальної цапфи надходить в бункер готової продукції, після чого транспортується на наступні стадії обробки.

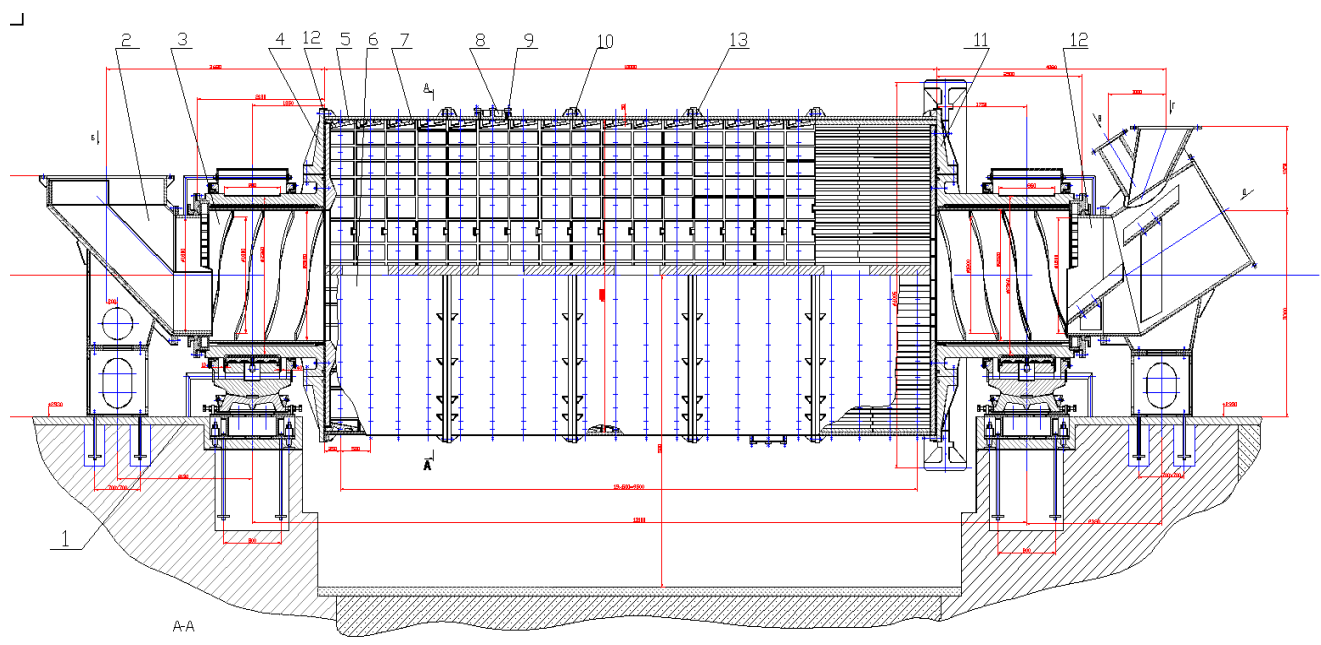


Рис. 1.2. Конструкція трубного млина.

Технічна характеристика трубного млина 4.6x10 приведена в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - технічна характеристика трубного млина

1	Продуктивність при вологості сировини 6%, розмірами ш до 25 мм, розмолотістю 60 кг/(кВт год), тонкості помелу 15 %, залишку на ситі із сітки 008К ГОСТ 3584-73, вологості готового продукту до 1 % : - розрахункова, т/год - гарантійна, т/год	175 160
2	Температура газів, що потрапляють в млин, С	300-350
3	Розміри барабану млина: - внутрішній діаметр, мм - довжина, мм	4600 10000
4	Підшипники цапфові : - діаметр, мм - тип смазки,	2360 рідка циркуляційна
5	Частота обертання млина: - при роботі на допоміжному приводі, об/ хв - при роботі на головному приводі, об/хв	0.178 15-0.006
6	Електродвигун головного приводу : - встановлена потужність, кВт - частота обертання ротора, об/хв	3150 500
7	Завантаження мелючих тіл, т	не більше 160
8	Маса млина загальна, т в тому числі : - привід, змазка, т - млин, т - електропривід і електроапаратура, т	460 87 295 88

2 ЛІТЕРАТУРНО – ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД

2.1 Літературний огляд

Трубні млини використовують для помелу цементу, вапна, гіпсу а також скла, вогнетривких та інших матеріалів [1, 3, 4]. Конструкція і принцип дії млина залежить від подрібнюваного матеріалу. Млини класифікують:

- за принципом роботи: періодичної і безперервної дії;
- за характером роботи: млини які працюють за відкритим, замкнутим циклом;
- за способом помелу: сухого, мокрого способу помелу;
- за формою молильних тіл: кульові, стержневі, млини самоподрібнення (без молильних тіл);
- за способом розвантаження: механічним, пневматичним;

В промисловості будівельних матеріалів, в більшості випадків, застосовують млини безперервної дії, які працюють за відкритим чи замкнутим циклом. При обертанні млина молильні тіла, під дією відцентрової сили, притискаються до стінки барабану і підіймаються на певну висоту. Під дією сили тяжіння молильні тіла падають на шар матеріалу, подрібнюють його і частково стирають. Трубні млини відносно прості по конструкції, зручні в експлуатації, забезпечують високу ступінь подрібнення, піддаються автоматизації.

Проте трубні млини мають ряд недоліків. Малі швидкості дії молильних тіл на матеріал, в роботі бере участь тільки частина молильних тіл. Робочий простір млина використовується лише на 35-45%, висока енерговитрата, значний знос молильних тіл і футеровки, велика металоємність, високий рівень шуму при роботі. Неможливо враховувати в процесі подрібнення ступінь температурного обміну між барабаном і навколишнім середовищем, за рахунок чого може знижуватись якість подрібнення матеріалу, а також той недолік, що в момент пуску та при зупинці млина, внаслідок інерції барабана і напружень, що при цьому виникають, навантаження на зуби зубчатої передачі вінцевої та підвінцевої шестірні змінюються раптово, що

призводить до нерівномірного зношення зубів зубчатого зачеплення та вузла з'єднання вінцевої шестірні з корпусом барабана млина, виникнення малорухомого ядра молильних тіл, що негативно впливає на ефективність подрібнення[7].

2.2 Вибір і обґрунтування модернізації

Під час виконання магістерської дисертації було проведено патентний пошук конструкцій трубних млинів. Було знайдено кілька технічних рішень для модернізації корпусу на основі патентів, деякі з них детально описані нижче. Решта приведені в Додатку Д1.

В патенті 9 запропоноване технічне рішення полягає в тому, що корпус (рис. 2.1) трубного млина складається з великої кількості листових сегментів певної форми (рис. 2.2) які скріплюються між собою. Жорсткі фланці даних сегментів при зборці утворюють фланцеве кільце. Дані кільця додатково зтягуються між собою стяжними елементами (рис. 2.3) дане рішення додає жорсткості конструкції. Дане технічне рішення передбачає що товщина даних сегментів менша ніж товщина корпусу прототипу що забезпечує здешевлення виробництва а також спрощення зборки млина і зменшення металоємності конструкції.

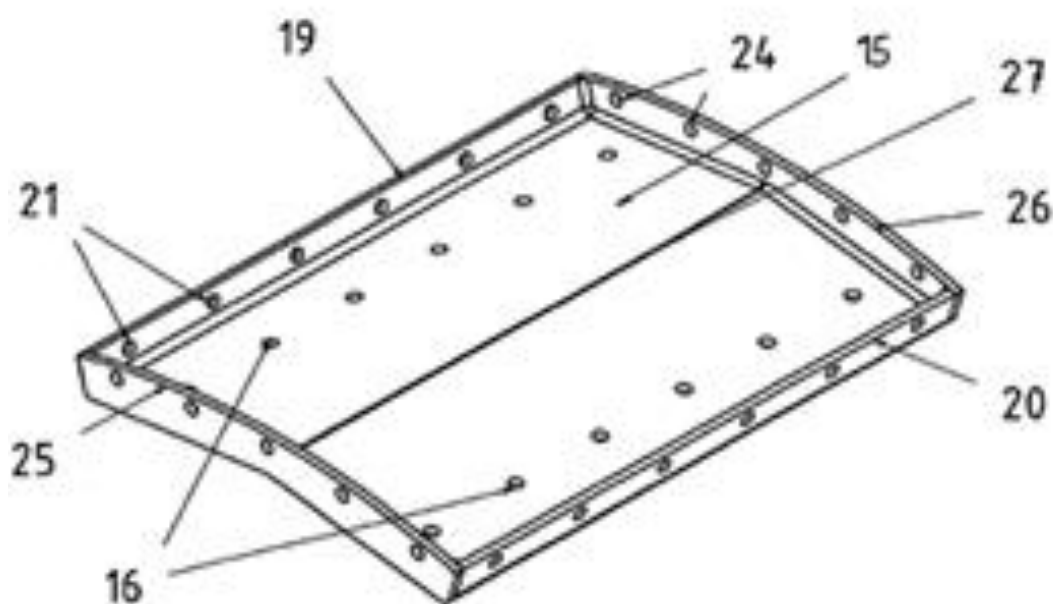


Рис. 2.1 – Сегмент корпусу

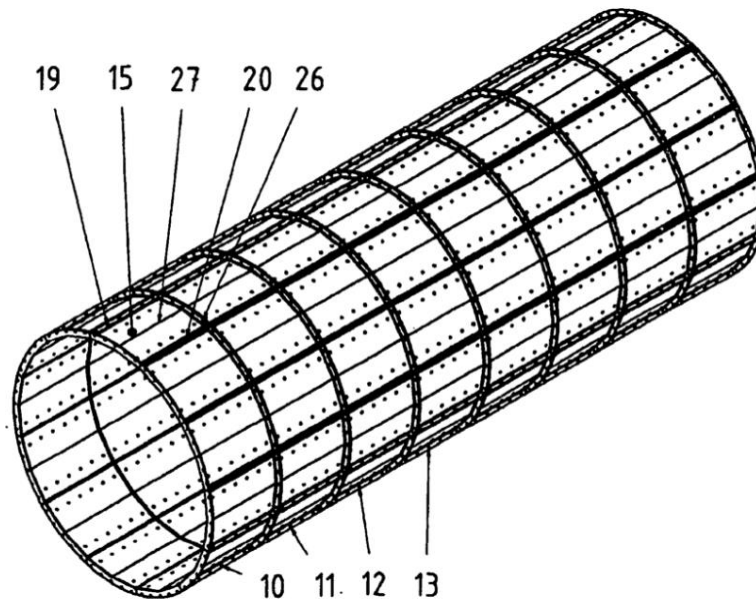


Рис. 2.2 – Корпус трубного млина

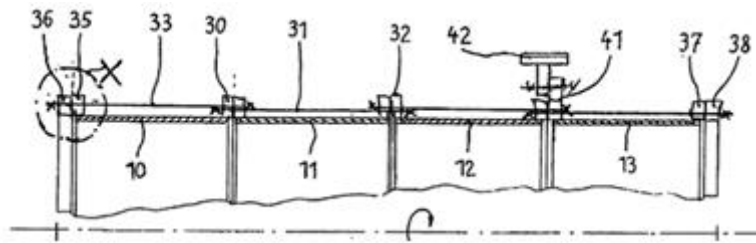


Рис. 2.3 – Схема кріплення кілець

В патенті 9 розглядається вирішення недоліку прототипу а саме: не достатня продуктивність і обмежені технологічні можливості.

Технічне рішення досягається тим, що в трубному млині, що містить завантажувальну і розвантажувальну цапфи, барабан і привід, барабан виконаний з однієї і більше смуг (Рис 2.4), зігнутих хвилеподібно по розміщених під кутом до повздовжніх кромок лінії згину, з утворенням по зовнішній і внутрішній поверхнях спрямованих в одну сторону під кутом $10-70^\circ$ гвинтових поверхонь у вигляді кишень хвилеподібної форми, при цьому форма і розміри кишень по внутрішній поверхні можуть відрізнятися від форми і розмірів кишень по зовнішній поверхні і по периметру барабана кишені можуть бути різними не тільки за формою, а й за розмірами. Дане технологічне рішення забезпечує підвищення продуктивності.

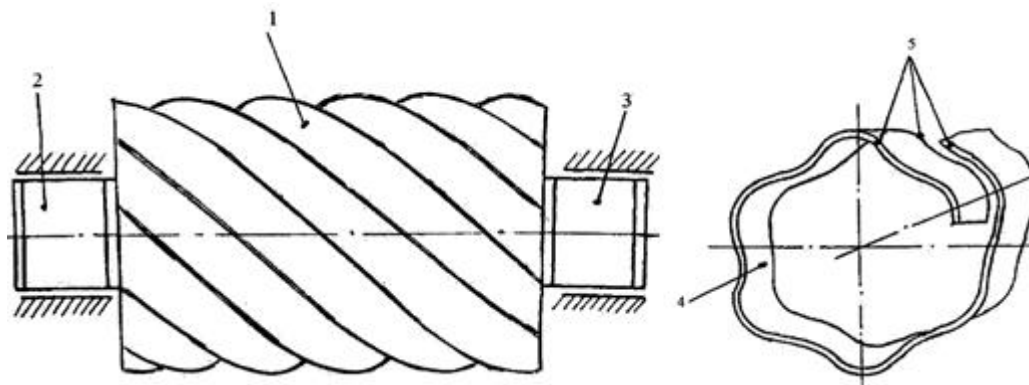


Рис. 2.4 – Ескіз модернізованого корпусу

Згідно патента 7 барабан млина містить обертовий корпус 1, однаково розташовані по його внутрішній поверхні однакові поздовжні металеві ліфтери 2, футеровочні плити 3 з пружного матеріалу, при укладені між ліфтерами з натягом знаходяться в тісному контакті з внутрішньою поверхнею корпусу, і кріплення 5, які утримують футеровочні плити в деформованому стані. Ліфтери виконані у вигляді рейок, при цьому кожна футеровальна плита щільно контактує з бічними поверхнями рейок і з внутрішньою поверхнею корпусу, а кріплення 5, які утримують пружні футеровочні плити в деформованому стані, виконані у вигляді жорстко укріплених на внутрішній поверхні корпусу штифтів зі сферичними головками і передбаченими в футеровальних плитах відповідні їм сферичні гнізда 6 з запірними отворами, що охоплюють сферичну головку штифта. Винахід дозволяє підвищити зносостійкість футерування млинів з ліфтерами (Рис. 2.5).

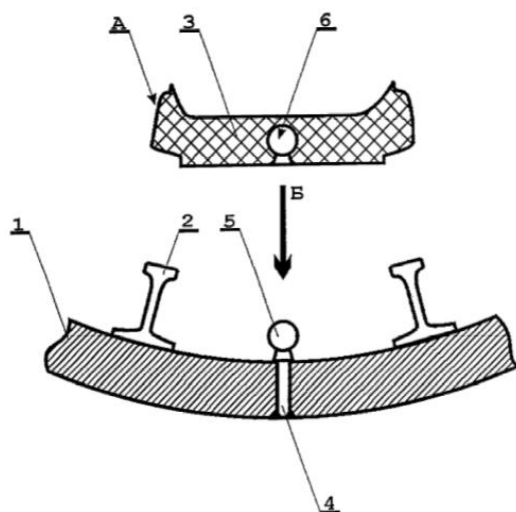


Рис. 2.5 – Футеровка до монтажу

В результаті літературно-патентного огляду вибрано варіант модернізації корпусу трубного млина згідно корисної моделі 8 і 9.

Корисна модель відноситься до футеровки циліндричної частини барабанних кульових млинів може бути використана в цементній, гірничо-збагачувальній та хімічній галузях промисловості. Завданням корисної моделі є підвищення ефективності процесу подрібнення за рахунок зниження величини малорухомого ядра молильних тіл в барабанних млинах.

Це досягається за рахунок встановлення ступінчатої футеровки (Рис.2.6) барабанного млина, яка виконана у вигляді гладких плит 1 і плит з виступами 2 які чергуються і закріплені на корпусі 3. В запропонованому рішенні виступи розташовані з кроком $25 - 36^\circ$ і висота кожного складає $0.8 - 1.1$ діаметра кулі.

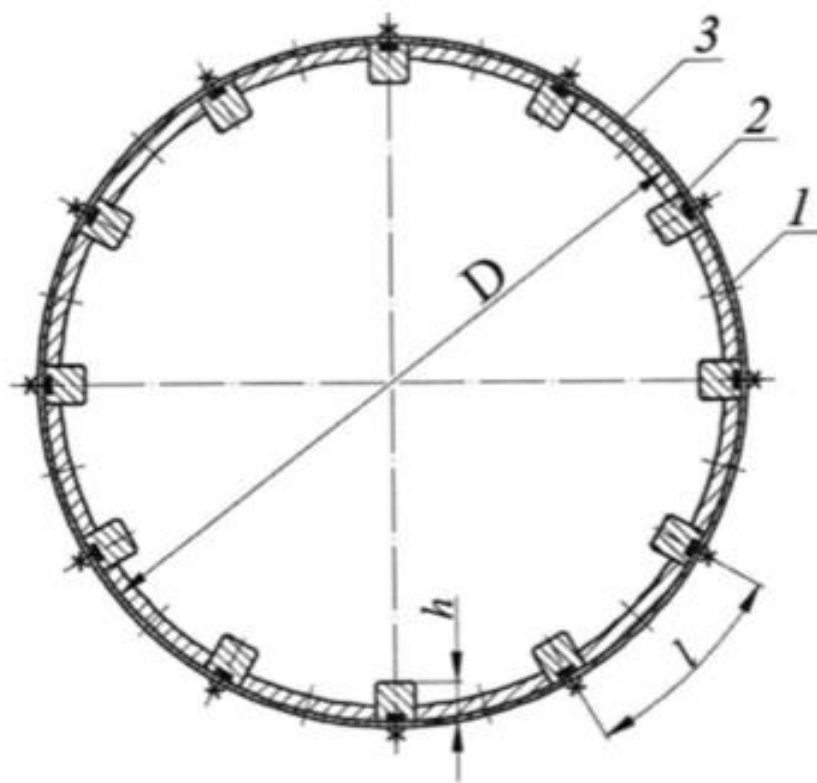


Рис.2.6 – Модернізована футерівка

При обертанні з заданою кутовою швидкістю корпусу з закріпленими плитами з виступами і гладкими плитами здійснюється помел матеріала ,наприклад, клінкера ефективніше за рахунок більш ефективної траєкторії руху молильних тіл (Рис. 2.7), і

відсутності малорухомого ядра молильних тіл і матеріалу в робочому об'ємі барабана.



Рис. 2.7– Схема руху тіл помелу в барабані

Корисна модель 11 належить до пристроїв для подрібнення матеріалів. Завданням даної корисної моделі є покращення теплового режиму сушіння в робочій камері і подрібнювання матеріалу. Покращення звукоізоляції і збільшення жорсткості конструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що між зовнішньою частиною корпусу (Рис. 2.8, 3) та броньовими плитами (Рис. 2.8, 4) встановлюють опірні елементи (Рис. 2.8, 5), які утворюють комірки.

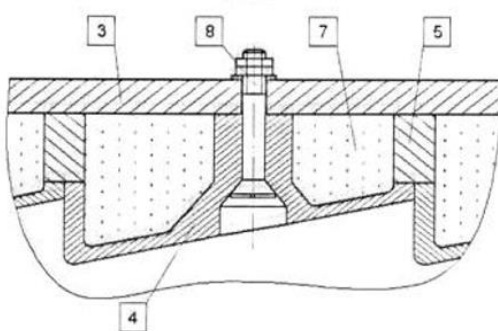


Рис. 2.8– фрагмент футерівки з теплоізоляцією

В комірки між броньовими плитами і металевим корпусом трубного млина вкладається волокнистий теплоізоляційний матеріал (Рис. 2.8, 7). Оскільки при зовнішньому встановленні теплоізоляції підвищується температура корпусу, що суттєво (при 400 °С в 1.5–2 рази) зменшує модуль

пружності сталі, запропоноване технічне рішення забезпечує збільшення жорсткості конструкції.

Також зменшення температури корпусу і її підвищення в середині барабану сприяє покращенню теплового режиму в робочій камері млина

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ В ТРУБНОМУ МЛИНІ

У виробництві цементу, кераміки і скла для грубого і тонкого помелу матеріалу широко застосовують трубні млини.

Принцип дії таких млинів заснований на подрібненні матеріалу ударом і частково стиранням тіл, що мелють, в обертовому барабані.

Даний млин відноситься до устаткування для подрібнення різні сировини і може бути застосований в будівельній промисловості при виробництві вапнякового борошна, цементу, в енергетичній промисловості для подрібнення вугілля, а також у хімічній і гірничорудній промисловостях при подрібненні різних матеріалів. У даних машинах, що відносяться до тихохідних подрібнювачів, подрібнення матеріалу відбувається усередині корпусу млина тілами, що мелють, які знаходяться в ньому – стрижнями або кулями. При обертанні барабана з визначеною кутовою швидкістю мелючі тіла рухатися разом з барабаном, піднімаються на певну висоту і потім падають на шматки сировини, що лежать на футеровці. Відбувається стиснутий удар. Матеріал подрібнюється під впливом удару і стирання при перекочуванні тілами, що мелють. Можна одержати дуже високий ступінь подрібнення збільшивши час перебування матеріалу в млині, однак при цьому різко зростають енергетичні витрати. Витрата енергії в цих подрібнювачах висока і складає, наприклад, при помелі апатитової і фосфоритної руди близько 15 кВт*год/т; в окремих випадках при помелі міцних матеріалів ця величина може бути в 5 – 10 разів більша.

3.1 Аналіз процесу подрібнення як об'єкта автоматизації

Млин являє собою циліндричний барабан, встановлений на підшипниках, що приводиться в обертання двигуном через редуктор. Завантаження і розвантаження матеріалу роблять через завантажувальні та розвантажувальні воронки. Матеріал подається в завантажувальну цапфу і далі через живильник і шнек, розташований у цапфі, надходить у першу камеру барабана. Виділений у сепараторах «великий сорт»

по аерождлобах подаеться в пріймач другої секції млина, звідки елеваторними лопатами подаеться на направляючий конус, по якому матеріал надходить у другу секцію.

З другої секції подрібнений матеріал крізь отвори в торцевій решітці подаеться лопатами і шнеком крізь порожню цапфу у розвантажувальний патрубок. Просипаючись крізь вікна, матеріал попадає на сито, що затримує роздроблені частки тіл, що мелють, які потім відділяються по патрубку. Готовий продукт просипається крізь сито і попадає в патрубок, звідки направляється транспортером на склад.

Призначення системи керування.

Функціональною схемою автоматизації передбачається:

- регулювання витрат, температури та рівнів змащування;
- регулювання подачі матеріалу;
- вимір якості готового матеріалу;
- керування електродвигуном.

Перелік контурів керування, які входять до системи.

- контур регулювання температури та рівнів змащування;
- контур регулювання подачі матеріалу;
- контур виміру якості готового матеріалу;
- контур керування двигуном.

3.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу подрібнення

Для контролю і керування процесом помелу в трубному млині вона оснащується комплексом контрольно-вимірювальних і реєструючих приладів.

На функціональній схемі автоматизації Рис.3.1 показана схема установки приладів на розроблювальному млині

На даній схемі розглянутий автоматичний контроль, вимір і регулювання таких параметрів млина як витрати, температури та рівні змащування, подача матеріалу, і тиски.

На бункері вхідного матеріалу встановлений ємнісний рівнемір типу ЭИУ-2 поз. 2-1, що зв'язаний з вторинним реєструючим приладом РМТ-49 ДМ/1, поз. 2-2 , що регулює подачу матеріалу в завантажувальний бункер.

Для змащування підшипників в млині передбачена централізована система змащування. На шляху проходження діафрагма дискова ДДН-3566, поз. 3-1, подає сигнал на вторинний регулюючий прилад КСД-3-001, поз. 3-2, що контролює витрату змащування млина. Сигнал на подачу змащування надходить через магнітний пускач NS марки ПМС-222 на електродвигун.

На млині встановлена термопара типу ТХК-284, поз. 1-1, що при нагріванні виробляє сигнал, що надходить на вторинний регулюючий прилад КСП-03Р з регулюючим пристроєм, поз. 1-2.

Для виміру якості готового матеріалу на стрічковому транспортері на який надходить матеріал, встановлено радіоізотричний густиномір типу ПР 1024, поз. 6-1, що подає сигнал на прилад, встановлений на щиті КМС-3, поз. 6-2, за допомогою якого вимірюється якість готового продукту. Для вимірювання витрати готового продукту використовують тензометричний перетворювач ваги, розташований на вихідному транспортері. На щиті розташований вторинний прилад, що інтегрує значення маси у часі.

Для контролю рівня клінкера в бункері встановлений ємнісний рівнемір, сигнал з якого надходить на диференціальний прилад РМТ-49 ДМ/1. Про заповнення млина матеріалом сигналізує лампа HL2. Використано рівнемір типу ЭИУ-2, поз. 5-1.

Для ручного вмикання та вимикання приводу млина, застосовуємо відповідний контур, який складається з кнопки (SB1) з індикацією (HL5), яка змонтована на щиті магнітного пускача (МП1), який встановлений на двигуні приводу млина. Контур працює наступним чином: при натисканні кнопки спрацьовує сигналізація і загорається лампочка індикатора на щиті, наступним спрацьовує магнітний пускач (МП1) і вмикає / вимикає двигун приводу млина.

Для аварійного вимкнення всього млина в разі виникнення небезпечної ситуації передбачено контур аварійного вимкнення всього апарату. Він складається з кнопки (SB2), в яку вмонтована сигнальна лампа (HL6). Кнопка знаходиться на щиті магнітних пускача (M1). При виникненні аварійної ситуації оператор натискає на кнопку (SB2), після чого відбувається вимкнення виконавчого механізму, який закриває заслінку і припиняє надходження клінкеру в прийомний бункер, також при натисканні (SB2) здійснюється вмикання магнітного пускача (МП1), який вмикає головний двигун, після чого весь агрегат вмикається. При повторному натисканні на кнопку (SB2), весь агрегат знову вмикається. В додатку Д2 приводиться специфікація технічних засобів автоматизації.

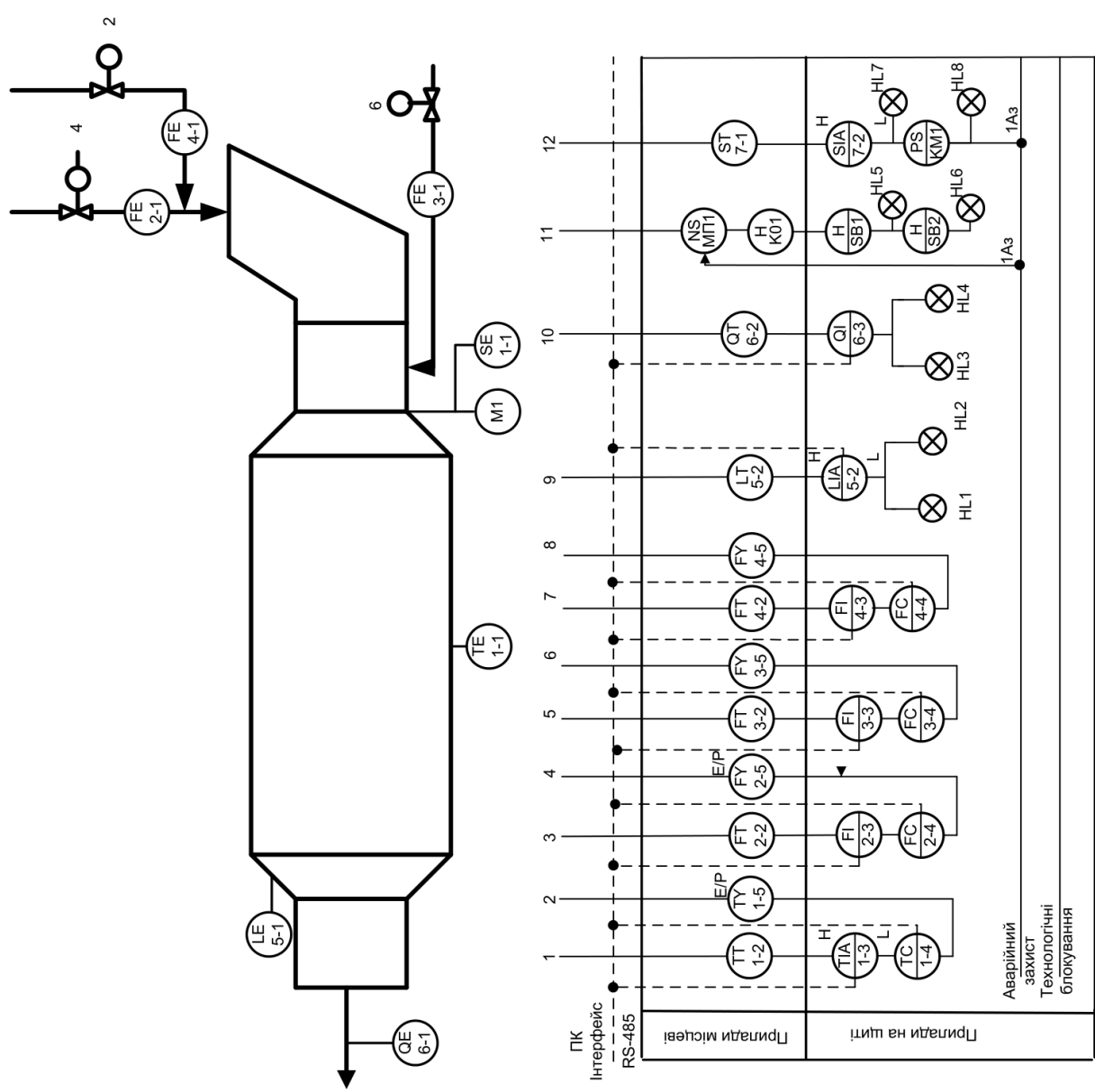


Рис. 3.1 – Схема автоматизації процесу подрібнення

3.3 Висновки

Оптимальні умови автоматичного управління процесами подрібнення матеріалу досягаються шляхом стабілізації якості вхідного матеріалу як по величині кусків так і від вологості матеріалу.

В наш час регулювання процесу подрібнення проводиться шляхом встановлення та підтримки певної швидкості обертання млина та подачі матеріалу.

Однак вище перерахований спосіб не дозволяє з достатньою точністю стабілізувати процес роздрібнення, внаслідок постійної зміни якості вхідного матеріалу, його розміру, складу та ін..

При регулюванні стабільності заповнення млина відбувається наступне: підвищення якості вихідного матеріалу, та значна економія ресурсів, через те, що недовантаження чи перевантаження млина призводить до значної витрати електроенергії.

У випадку автоматичного контролю відповідні ресурси зберігаються.

Дуже великий відсоток економії та підвищення якості досягається за рахунок автоматизації процесу регулювання фракційного складу вхідного матеріалу та його якісного складу.

Впровадження вище перерахованих засобів автоматизації суттєво підвищить коефіцієнт корисної дії трубного млина.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці містить у собі питання безпеки праці, попередження професійних захворювань і травматизму; вибухів і пожеж на виробництві; питання правової охорони праці.

Згідно закону про охорону праці України на нові механізми, машини, обладнання необхідно розробити безпечні і нешкідливі умови їх експлуатації обслуговуючим персоналом, необхідно оформити, згідно з встановленими зразками, сертифікат на безпечну експлуатацію,.

Технічне завдання дипломного проектування передбачає розрахунок і проектування трубного млина 4.6x10м для подрібнення азбестоцементу. Контроль і установку параметрів технологічного процесу і здійснює оператор. Пульти знаходяться у виробничому, площа цеху $S=700$ цеху, на відстані 3м від млина. Створення безпечних і здорових умов праці на підприємстві обумовлюють необхідність раннього виявлення небезпечних і шкідливих факторів, для того щоб на стадії проектування визначити заходи, які варто проводити для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу. При проектуванні нової техніки мають цілком враховуватися вимоги відповідно діючого законодавства по охороні праці.

4.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів.

Автоматизована лінія призначена для помелу сировини.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні машини являються:

- повітря робочої зони;
- обертаючі та рухомі частини обладнання;
- ураження електричним струмом;
- виробничий шум;
- вібрації;
- промислове освітлення;

4.2 Повітря робочої зони.

Процес помелу в трубному млині відбувається за температури до 300°C, але за рахунок модернізації та теплоізоляції максимальна температура на робочих поверхнях не перевищує 60°C. Вузли лінії піддаються інтенсивному охолодженню водою тому їх температура не перевищує 45°C. Фактичні параметри відносної вологості, температури і швидкості руху повітря в робочій зоні зводимо в Таблицю 4.1.

Таблиця 4.1.

Період року	Категорія роботи – легка		
	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Фактична	Фактична	Фактична
Холодний або перехідний	25÷28	60 ÷ 50	0,2
Теплий	27 ÷ 30	60 ÷ 40	0,2

Фактичні параметри умов відповідають нормам і забезпечуються наступними заходами:

- в теплу пору року – вентиляцією через верхні отвори.
- в холодну пору року підігрів приміщення радіаторами з теплоносіями води, що нагріта температури 50÷60°C;

Робота оператора по обслуговуванню лінії відноситься до категорії легких фізичних робіт. Енерговитрати людини в цеху становлять 150 ккал/г (172 Дж/с) відповідно до ДСН 3.3.6.042-99.

Під час роботи трубного млина відбувається виділення парів, токсичних речовин, пилу з відкритих ємностей шляхом виходу пилу через нещільність технологічного обладнання. Встановлена місцева вентиляція для видалення

шкідливих компонентів (для цементу ГДК–6 мг/м³), в цеху встановлена також загальнообмінна вентиляція. Завдяки чому фактична концентрація цементу 2–3 мг/м³. Ефективна робота зонта можлива лише за умови, що об'єм підтікаючої течії повітря менше об'єму відсмоктуючого об'єму повітря, при двократному повітрообміні.

Розміри вхідного отвору зонта більше розмірів джерела. Для надійності роботи зонта необхідно, щоб вертикальний шлях між кромкою зонта і верхньою кромкою накритого осередку виділення шкідливих речовин був мінімальним.

Габарити зонта знаходимо:

висота підвісу зонта Н приймається в границях 1,6÷1,8 м;

$H = 1,8$ м;

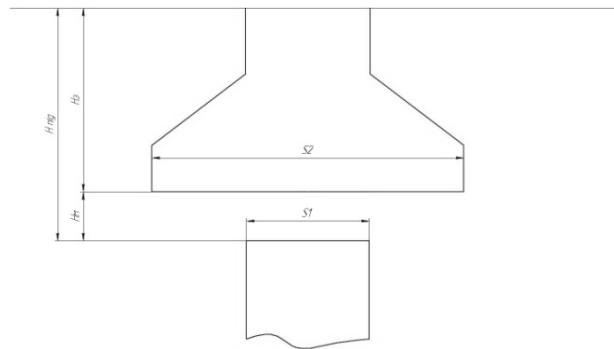


Рис.4.1. Схема витяжного зонта

Розміри прямокутного зонта в плані визначаємо з виразу:

$$A = a + 0,8h; \quad B = b + 0,8h;$$

$$S1 = a \cdot b; \quad S2 = A \cdot B;$$

a, b – сторони поверхні що перекривається, м;

h – відстань від пазу зонта до поверхні, що перекривається, м;

$$h = 1 \text{ м},$$

$$A = B = 1,4 + 0,8 \cdot 1 = 2,2 \text{ м}.$$

Кут зачинення зонта ϕ маємо приймати не більше 60° (в цьому випадку осьова швидкість в перерізі зонта близька до середньої по всьому перерізу зонта). Повна висота зонта

$$h_3 = 0,8 \text{ м};$$

Об'єм повітря, що видаляється витяжною трубою від зонтів

$$L_3 = 3600 \cdot F_k \cdot v_0, \text{ м}^3/\text{год};$$

де F_k – площа розрахункового перерізу отвору на виході, м^2 ;

$$F = 4.84 \text{ м}^2,$$

тоді:

$$L_3 = 10454,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрати тиску в системі приймаємо

Згідно ГОСТ 12.1.005–88/18 та отриманих даних вибираємо осьовий вентилятор МЦ-8, параметри якого:

продуктивність - $J_b = 12000 \text{ м}^3/\text{г}$,

розвинутий повний тиск - $H_b = 1,3 \text{ МПа}$,

кількість обертів колеса - $n = 950 \text{ об/хв}$,

КПД - $\eta = 0,58$.

4.3 Електробезпека

Цех, у котрому встановлений пункт керування млином, відповідно до діючих правил (ПУЕ) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом.

Для живлення млина використовується трифазна напруга 220/380 В, з частотою 50 Гц і ізольованою нейтраллю.

Імовірні причини враження обслуговуючого персоналу:

- пробій на корпус;
- помилкове вмикання установки;
- контакт людей з відкритою частиною електроустаткування;
- застаріла ізоляція і втрата її ізоляційних властивостей;
- контакт з частинами установки, що можуть виявитися під напругою у

випадку короткого замикання.

Згідно “Правилам устрою електроустановок” (ПУЕ), трифазні ланцюги при напрузі до 1000 В приймаються як трипровідні ланцюги з ізольованою нейтраллю.

Небезпека враження електричним струмом для людини визначається опором ланцюга людини. Зі зменшенням цих опорів дана небезпека збільшується.

Як величину тривалого враження струмом при стандартних умовах застосовують силу струму $I=0,01$ А. При тривалому влученні під напругу силу струму, що допускається, приймають рівній силі струму, яка не викликає порушень у режимі ритму роботи серця.

Безпека експлуатації устаткування забезпечується поруч організаційних і технічних мір захисту: застосуванням малих напруг, захисним поділом мереж, контролем і профілактикою ушкодження ізоляції, забезпеченням неприступності струмоведучих частин, подвійною ізоляцією, захисним заземленням, захисним відключенням, захисним зануленням, застосуванням засобів індивідуального захисту й ін.

З метою попередження травм рекомендується вжити наступних заходів обережності:

- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- рубильники включення установки знаходитися в спеціальній шафі;
- у випадку влучення людини під напругу передбачити спеціальне захисне відключення установки;
- передбачити спеціальні лампи включення установки на панелі управління;
- вузли установки, що можуть виявитися під напругою, постачити затисками для підключення заземлення.

Нанести незмивний фарбою знаки «Земля» біля датчиків заземлення за ГОСТ 12.1.030-81.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитовій напрузі 200 В з частотою 50 Гц у пліні 1 хвилини.

Опір ізоляції має бути не менш ніж 0,5 МОм.

Електрична апаратура, що встановлена усередині робочих приміщень, має мати ступінь захисту Ір-51 відповідно до ГОСТ 14254-80.

Мегаамперметром П044Т У25-0.4-1970-80 виміряється ізоляція провідників.

Оскільки установка живиться напругою 380 В і наявна імовірність попадання обслуговуючого персоналу під напругу, тому необхідно заземлити установку.

Допускається заземлення

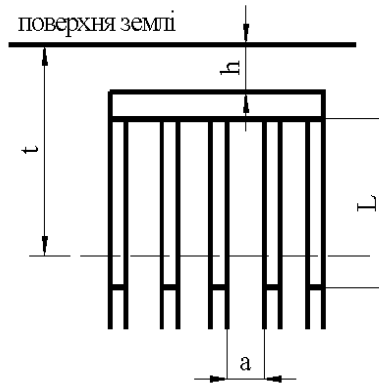


Рис.4.2. Схема до розрахунку захисного заземлення.

При улаштуванні штучних заземлень, їхній опір повинен задовольняти умові:

$$R_U < |R|.$$

Як заземлення використовуємо сталеві стрижні $d=0.014\text{м}$.

Опір розтікання струму з одного вертикального електрода:

$$R_1 = 10.1(\text{Ом}),$$

Опір одного сталевих електрода більше припустимого, тому включаємо кілька рівнобіжних електродів.

Їхню кількість визначаємо:

$$n = \frac{R_1}{V \cdot R_U} = \frac{10.1}{0.7 \cdot 3.3} = 4.4$$

де V - коефіцієнт взаємного екранування.

Приймаємо $n=5$.

З'єднання вертикальних електродів будемо виконувати металевою смугою перетином $4 \times 40\text{мм}$.

Довжина смуги:

$$l_n = a \cdot (n - 1) = 1.5 \cdot (5 - 1) = 6(\text{м}),$$

де $a=1.5$ м - відстань між електродами опору, рівна відстані з'єднувальним смуги:

$$R_n = 1.65(\text{Ом})$$

Еквівалентний опір заземлення:

$$R_e = 1.05(\text{Ом}).$$

Тому що еквівалентний опір заземлення $R_e=1,05$ Ом менше припустимого значення $R_g=4$ Ом, та умова виконується.

Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1. 030-81.

4.4 Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються.

Обертаючими механізмами в лінії являються барабан, муфти, вали, шестерні, деталі привода. Ці механізми є небезпечними, так як імовірно нанесення травм людині.

Відповідно до існуючих вимог усі приводи, рухомі деталі, передачі, робочі органи повинні бути обладнанні захисними огороженнями, які надійно захищають людину від виходу (вильоту) з небезпечної зони стружки металу, крапель розплавленого металу, агресивних рідин, різ-них випромінювань тощо.

Огороження вигробляють зі спеціального листового металу, металевої сітки, пластмаси, а в деяких випадках – зі спеціальних матеріалів (наприклад для захисту від радіоактивного випромінювання). Вони поділяються на переносні і стаціонарні.

За своєю конструкцією стаціонарне огороження виконується як невід'ємна частина обладнання чи устаткування. Воно може бути знімним і відкидним. Відкидні огороження використовуються для укриття передавальних систем, робочих вузлів та інших механізмів, що вимагають частого втручання людини до цих механізмів. До них належать футляри, кожухи, дверцята і т.п. Вони приєднуються до нерухомих частин машин (корпусів) за допомогою навісів, петель і відносно легко відкриваються. Знімні огороження використовуються для укриття передавальних і приводних механізмів, що не вимагають налагодження, огляду під час усього міжремонтного періоду роботи устаткування. Вони приєднують-ся до машин гвинтами і болтами, т.п.

Переносні (тимчасові) огороження використовуються під час ремонтних і налагоджувальних робіт для захисту людини від випадкових дотиків до рухомих механізмів, до струмопровідних частин. Якщо обслуговується технологічне обладнання на висоті, робочі майданчики для запобігання падінню людини обладнують відповідним чином.

Огородження з металевих решіток розташовується не ближче як за 50 мм від рухомих деталей. Захисні огороження повинні відповідати таким вимогам: 1) забезпечувати надійний захист працюючих від дії небезпечних і шкідливих факторів; 2) не впливати негативно на виробничий процес; 3) не ускладнювати спостереження за роботою механізмів; 4) бути простими у виготовленні та експлуатації; 5) не підвищувати рівень шуму і вібрації; 6) відповідати вимогам технічної естетики. Відповідно до державних стандартів огороження ззовні мають бути пофарбовані в жовтий колір. Як правило на зовнішньому боці огороження, наноситься або прикріплюється відповідний попереджувальний знак (знак безпеки).

Аварійні кнопки відключення передбаченні для аварійної зупинки лінії. На електродвигунах встановленні аварійні вимикачі.

4.5 Шум.

Причиною шумів є механічні коливання машин що приводять до коливань повітряного середовища.

Тривалий і сильний шум негативно впливає на стан здоров'я. Крім загального стомлення, загальмовування реакції й ослаблення уваги, шум є причиною головного болю, запаморочення, захворювання нервової системи, виникнення глухоти.

В процесі роботи млина джерелами шуму є:

- редуктор;
- електродвигун;
- ротори.
- вентилятори і система охолодження;
- барабан млина;

Максимальний рівень шуму, що переривається та коливається в часі, не повинен перевищувати 100 дБА. Це означає використання наступних обмежень захисту від виробничого шуму:

Відповідно до нормативних актів захист працівників від шуму може здійснюватись як колективними засобами, так і індивідуальними. Колективні засоби спрямовані на зниження шуму в джерелах його виникнення та на шляху поширення.

Вони поділяються на: - планувальні - архітектурні, які ґрунтуються на акустичних розробках при плануванні будівель, раціональному розміщенні робочих місць і обладнання, а також зон і режимів руху вантажопотоків і транспортних засобів; - організаційно-технічні – це застосування сучасного технологічного устаткування з низькими рівнями шуму заміна ударної взаємодії деталей машин безударними, впровадження дистанційного керування машинами з підвищеними рівнями шуму і дистанційного контролю, дотримання режимів праці й відпочинку та ін.; - акустичні: звукоізоляції (ізоляція приміщення від шуму або джерела шуму, котрий проникає ззовні). Звукоізоляція досягається використанням герметичної перешкоди на шляху поширення повітряного шуму у вигляді стін, кожухів, кабін, глушників, екранів, акустичної обробки приміщень з використанням звукопоглинальних пористих матеріалів.

Індивідуальний захист працюючих від дії надмірного шуму здійснюється за допомогою антифонів внутрішніх і зовнішніх, навушників, протишумних касок, м'яких шоломів, які знижують рівень звукового тиску на 40-50 дБ. Простими із внутрішніх протишумних засобів є вата, марля і т.п., вставлені у зовнішній слуховий прохід. Вата знижує шум до 3-14 дБ, вата з воском – до 30 дБ при частотах в межах від 100 до 6000 Гц. Антифони забезпечують зниження шуму до 30 дБ при частоті 50 Гц і до 40 дБ при частоті 2000 Гц. Розроблені антифони з вибірковою здатністю пропускати звуки інших частот, а також навушники протишумні ПШ -00, каска протишумна ВЦННІОТ-2. вони є дуже ефективними засобами при високочастотних шумах.

В результаті перерахованих заходів фактичний рівень шуму на території підприємства та виробництві не перевищує $L=70$ дБА, що відповідає ДСН 3.3.6.077-90.

4.6 Вібрації.

Джерелом вібрації являються: обертаючі частини лінії і електродвигун.

Зусилля вібрації починається з нещільного з'єднання корпусів обертаючих частин до фундаменту, з неточності установки обертаючих частин,.

У даному випадку наявна технологічна вібрація, яка переходить через опорні поверхні на оператора. Робітник слабо піддається вібрації, бо знаходиться далеко від основи машини – біля пульта управління. Таким чином спільна вібрація не діє на організм оператора. Рівень технологічної вібрації в виробничому приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039–99.

Засоби індивідуального віброзахисту – це спеціальне взуття на вібропоглинаючій платформі, віброзахисні рукавиці, наколінники, нагрудники, пояси, спеціальні костюми, застосування технологічних процесів з низькими рівнями вібрації і шуму; впровадження дистанційного керування, що виключає постійне перебування працюючого у зоні небезпечних рівнів вібрації; дотримання раціональних режимів праці й відпочинку; огорожувальні засоби, які перешкоджають проникненню людини до зони дії вібрації, тощо. Віброгасіння – це зниження рівня вібрації механізмів та машин шляхом застосування додаткових пристроїв. Віброгасіння може бути динамічним (агрегати з дискретним збурюючим впливом, пружинного, віброгасіння маятникового, плаваючого та камерного типів). статичним (моторів, спеціальні фундаменти для верстатів, пневматичні та пружинні підвіски в автомобілях) і

Тривалість неперервної дії вібрації не перевищує 15-20 хв. Сумарний час роботи в контакті з вібрацією має не перевищувати 2/3 робочої зміни.. При такому режимі обідня перерва не менше 40 хвилин.

4.7 Промислове освітлення.

Важливу роль у справі створення безпечних умов праці грає освітлення. Розрізняють природне, штучне і сполучене освітлення. Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природного освітлення приміщень, тому що

останнє підвищує захисні функції організму, стимулює і нормалізує роботу різних його систем.

У денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бічне освітлення, через світлові прорізи в зовнішніх стінах.

Робота з обслуговування устаткування відноситься до VI розділу підрозділу "а", тобто загальне спостереження за технологічним процесом.

Для приміщення виробничого цеху рекомендована освітленість $E_n = 200$ лк. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників L до висоти їх підвісу над робочою поверхнею H_p складе для світильників типу ЛД 1,4. Таким чином, $L / H_p = 1,4$. Для штучного освітлення цеху, площею $S=700$, і об'ємом $V=5600$ м² обираємо стандартну лампу – ДРИ 400-5, світловий потік якої дорівнює 36000 лм, а потужність однієї лампи складає 400 Вт. Кількість ламп приймаємо $N=20$ шт.

При цьому робоче місце оператора повинне мати освітленість $E_{нор}=150$ лк, що відповідає ДБНВ 2.5.28-2006.

4.8 Надзвичайні ситуації.

У виробництві може горіти: електроізоляція, дерев'яні матеріали, горючі речовини. Категорія пожежної небезпеки цеху - В (згідно ОНТП 24-86), ступінь вогнестійкості II (згідно СНиП 2.01.02-85), клас зони пожежонебезпеки П-Па. Основними причинами виникнення пожеж при виробництві є:

несправність електроустаткування (коротке замикання, великі перехідні опори, перевантаження);

розряд атмосферної і статичної електрики;

самозаймання промасленого устаткування.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяються на організаційні, технічні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають: правильну експлуатацію устаткування, правильний зміст приміщення, протипожежний інструктаж робітників.

До технічних заходів відносять дотримання протипожежної безпеки, правил і норм при проектуванні будинку, при установці електроустаткування, опалення, освітлення і вентиляції.

Експлуатаційні заходи – це своєчасний огляд і ремонт технологічного устаткування.

Для гасіння пожежі застосовуються вуглекисневі вогнегасники ОУ-8 (4 шт). Вуглекислотні вогнегасники застосовуються для гасіння легкозаймистих та горючих рідин, твердих горючих речовин та матеріалів, електропроводок, що знаходяться під напругою до 1000 В, а також інших предметів. Діючою речовиною є вуглекислота. При випаровуванні 1 л H_2CO_3 утворюється 509 л CO_2 . Для приведення в дію вогнегасника його розтруб спрямовують на вогонь і натискають на курок затвора чи відкривають вентиль, при цьому утворюється снігоподібна маса з температурою - 70°C. Категорично забороняється тримати голою рукою розтруб під час гасіння пожежі, а також зберігати вогнегасники біля джерела тепла.

Будівля обладнана запасним виходом (0,8 м) згідно СНиП 2.09.02-85.

Під час виникнення пожежі передбачена пожежна сигналізація - теплові оповіщувачі типу ДТП. Інформація від оповіщувачів надходить в приймальну станцію. При виникненні пожежі, люди повинні залишити приміщення. Відповідно до СНиП 2.09.02–85 в приміщенні знаходяться два еваковиходи.

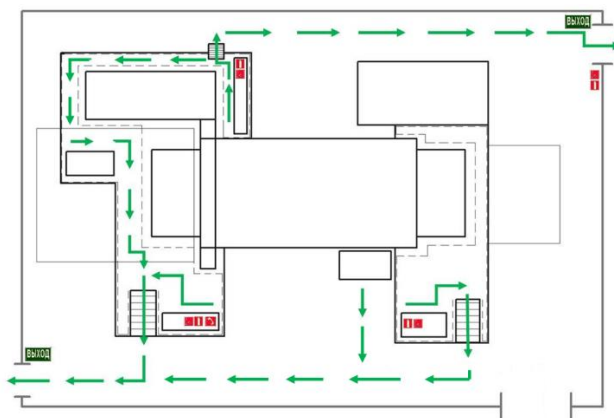


Рис.4.3. План пожежної евакуації.

Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Шляхи евакуації (проходи, коридори) повинні мати рівні вертикальні огорожувальні конструкції без будь-яких виступів, що звужують виходи по ширині; природне

освітлення або штучне, що працює від звичайної електромережі або від аварійної. Мінімальна ширина проходу має становити не менше 1 м, а висота – 2 м. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися, як правило, у напрямку виходу з будівлі.

5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

5.1 Опис ідеї проекту

Перспективним напрямком розвитку промисловості України є змішування сипких матеріалів в барабанних апаратах. Причиною цьому є широке застосування процесу змішування в хімічній, гірничорудній, харчовій і металургійній галузях.

Перевагами використання барабанних апаратів для змішування є зручність в експлуатації та простоті ремонту, широка поширеність даних апаратів в багатьох країнах, можливість швидкої модернізації, що дозволяє виконувати більший спектр задач і в свою чергу дає можливість співпраці з більш різносторонньою аудиторією підприємств які пов'язані з обробкою сипких матеріалів. Крім того барабанні установки можливо використовувати для подрібнення сипких матеріалів, якщо всередині барабана встановити перегородки з отворами певної фракції.

Загальне видобування залізної руди збільшившись з 1999 р. більше ніж втричі перевищило 3 млрд. т/год. Це означає, що дана сфера є перспективною та прибутковою.

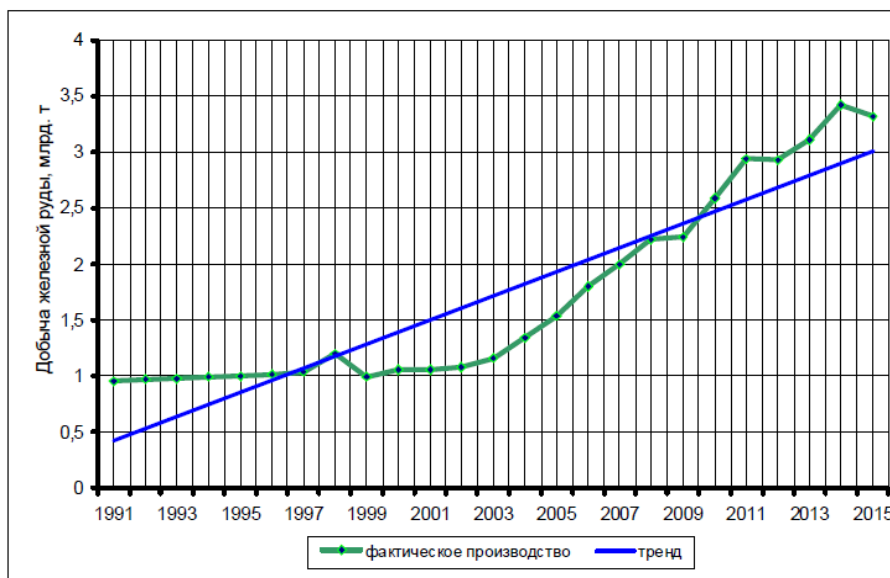


Рисунок 5.1 – Динаміка світового видобування залізної руди

Опис ідеї стартап-проекту приведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Користь для користувача
Нові режим роботи і конструкція барабанних апаратів для змішування сипких матеріалів	Нові режим роботи і конструкція барабанних апаратів	Зменшення енерговитрат на змішування сипких матеріалів
		Підвищення однорідності сипких матеріалів
		Вища якість продукції
	Підвищення якості змішування сипких матеріалів	Більш конкурентноспроможний продукт
		Перехід до більших об'ємів мсиловини, що підлягає змішуванню

Для змішування сипких матеріалів пропонується оновлена конструкція барабанних апаратів. Змінена конструкція дає можливість зменшення енерговитрат при змішуванні сипких матеріалів, підвищує однорідність сипких матеріалів. Більш якісний, а отже конкурентноспроможний продукт, перехід до більших об'ємів матеріалу, що підлягає змішуванню.

5.2 Загальна інформація про компанію

Історія розвитку виробництва

2018 – 2020 – заснування і будівництво підприємства.

2020 – 2021 – налагодження виробництва, пошук клієнтів та партнерів.

2021 – 2023 – реклама в різних її проявах.

2018–2032 – за цей час підприємство знаходить постійних клієнтів і стає прибутковим.

2021 – 2025 – відкриття заводу в Україні націленість на розвиток за кордоном, продаж франшизи.

Товарний портфель (асортимент послуг та товарів)

1. Змішування сипких матеріалів, що використовуються в будівельній та машинобудівній промисловостях;
2. Продаж повноцінних великогабаритних установок та лабораторних установок для подрібнення руди;
3. Експорт продукції за кордон;
4. Ремонт типового обладнання інших підприємств;
5. Продаж франшизи.

Географічне розташування підприємства: Гостомель , Сарни.

Корпоративні стандарти. Розмінний графік роботи, 2 зміни на день. Можливість віддаленої роботи працівників, які спілкуються з клієнтами, за умови достатньої продуктивності. Інтенсивна реклама в м. Київ на його околицях та в центрі, на протязі 6 місяців. Потім не нав'язлива реклама протягом 8 місяців, аналіз ефективності рекламної кампанії. Компанія має стати дистриб'ютором будівельного обладнання та руди в перші роки фінансування, щоб зменшити борг. Кожен робітник має завдання на початку дня та за результатами роботи звітує вкінці робочого дня. Розвинута “горизонтальна взаємодія”. Проводяться ознайомлювані семінари в технічних ВНЗ України.

Ресурси і обмеження ресурсами є руда, яка закупається, а також необхідне для подрібнення руди обладнання, та інше обладнання. Обмеження: якщо компанія щомісячно не зможе продати 35% від задуманого, то аналізується обраний напрям розвитку компанії та корегується з врахуванням помилок . При недостатньому фінансуванні змінювати договори з постачальниками сировини, брати її під реалізацію. Кошти, які повинні бути витрачені на рекламу, витрачаються за прямим призначенням.

Канали розподілу: продаж товарів відбувається через мережу інтернет, а також через офіси, які розміщуються у великих містах. На околицях реклами менше, ніж в центрі.

Поведінка споживача: споживачі звертають увагу на співвідношення якості до вартості продукту і шукають найбільш якісний продукт за найменшу вартість.

Організаційно-правова інформація:

- форма власності – приватна;
- організаційно-правова форма – товариство з обмеженою відповідальністю;
- керівництво – демократичний.

Ресурси:

- фінансові – необхідні кошти, яких вистачить на 1 рік стабільного функціонування підприємства, а також ще 30% цих коштів, які будуть використані на популяризацію і рекламу;
- складські потужності та виробничі – 10 барабанних млинів з робочим об'ємом по 1,7 куб. м., та продуктивністю 9,5-13 тон/год. На складі зберігається 20% продукції;
- технології: використовуються трубні млини з модернізованими конструкціями. Також є регулятор економії надлишкових обертань установок, який був вдосконалений на основі американського патенту;
- інформаційні: ЗМІ, борди, рекламні спільноти в інтернеті, новинні портали,;
- трудові: В сукупності 90 людей; є 3 зміни працівників.
- інтелектуальні: значна частка працівників з досвідом роботи на аналогічних посадах протягом декількох років, програми ротації для студентів.
- правові: юридичний відділ, який налічує 9 людей.

Таблиця 5.2 – Узагальнений список інформації

№ п/п	Необхідна інформація
1	Необхідна додаткова лінія з таких установок щоб не було збою в роботі машин, а також кваліфікований персонал, для обслуговування установок даного типу.
2	Задля попередження нещасних випадків, необхідно встановлювати захист на кілька рівнів вищий ніж мінімально допустимий. Також необхідно контролювати виконання норм безпеки.
3	Необхідно мати декілька планів дій при непередбачуваних обставинах, які дають конкурентну перевагу у порівнянні з іншими компаніями.
4	Простіше не допустити проблему, ніж потім вирішувати її наслідки.

Таблиця 5.3 - Аналіз маркетингового середовища підприємства

Внутрішні фактори	Вплив фактору		Симптоми проблеми та можливості
	Можливості	Загрози	
Розлад в роботі установки	Досвід, зменшення аналогічних ситуацій в майбутньому	Невиконання плану	Ситуація наявна, оскільки її не було передбачено. Потрібно проаналізувати причину її виникнення, та як її виправити.
Нещасний випадок на виробництві	Встановлення додаткового захисту, приклад для інших працівників	Суд, погана репутація, ремонт установки, потрібен новий працівник,	Працівник не виконав вимог техніки безпеки, контроль за їх виконанням був недостатнім. Потрібно це виправити. Тоді аналогічних випадків не буде в майбутньому.
Різка зміна на ринку	Можливість випередити конкурентів, заявивши про себе унікальним товаром	Невидима рука ринку може викинути підприємство з роботи	Відсутній план дій при такій ситуації. Однак є можливість покращити позицію на ринку та випередити конкурентів.

5.3 Аналіз факторів макромаркетингового середовища

Таблиця 5.4 - Підсумкова таблиця чинників політико-правового середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення труднощів чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Зміна зміна оподаткування та законодавства	Вихід на інші ринки збуту	Загроза втратити свою позицію на ринку	Потрібно надати завдання юридичному відділу знайти спосіб зменшити оподаткування. Водночас із цим потрібно визначити що може приносити більший дохід, а що є не суттєвим і таким, що можна принести в жертву.
Погана репутація	Піар, нові клієнти, при умові, якщо компанія буде зберігати хорошу репутацію	Погана репутація може бути довгий час, частину клієнтів буде втрачен зменшиться, прибуток, менший потік кваліфікованих кадрів на виробництво	Потрібно мати гршовий запис на рекламу, а також необхідно заручитись підтримкою авторитетних людей та рекламних кампаній
Зміна внутрішньої політики компанії	Можливість створення розуміючого дружного та колективу, такого, який допомагає, правління	Велика імовірність погіршення ситуації, яку маємо на даний момент	Перш ніж починати зміни потрібно перейняти досвід інший компаній та добре все прорахувати. Також не потрібно слідувати дуже чітко плану, адже можна зробити краще, вносячи якісь корективи в процесі роботи.
Звинувачення в порушенні чинного законодавства підприємством	Можливість знайти схеми за якими відбувається порушення, а також недобросовісний персонал та позбутися його	Погана репутація штраф. В найгіршому варіанті виробництво можуть закрити.	Щоб попередити порушення закону з боку персоналу, потрібно ретельно перевірити схему роботи підприємства

Таблиця 5.5 - Підсумкова таблиця факторів економічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення труднощів чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Економічна криза	Можливість пристосуватись до нових тенденцій, закріпитись на ринку	Велика імовірність того, що підприємство понесе великі збитки, можливо навіть закриється	Проведення мозкових-штормів, звернення до кризис-менеджера, , система заохочень для персоналу, який турбується управлінськими проблемами виробництва.
Витрати коштів, котрих можна уникнути	Експеримент: аналіз результату витрати коштів	Найгірший випадок – банкрутство.	Потрібно власноруч перевіряти на найнижчих рівнях. виробництва хоча б 1 раз в 2 тижні витрати та доходи Також створити схему на підприємстві, де всі один перед одним звітують.
Наявність товарного дефіциту	Можливість виробляти дані товар, або ж перепродавати	Є загроза недоотримати прибуток не знайшовши необхідний товар.	Використання практики дропшопінгу на перших кроках із попереднім укладанням договору та перевіркою стану та якості товарів та послуг.
Перенасиченість ринку	Чудовий шанс стати новатором у даній галузі та модифікувати надавані продукти та послуги	Можна бути непоміченим на ринку та стати банкрутом	Альтернативний метод вирішення проблеми – креативна реклама.

Таблиця 5.6- Підсумкова таблиця факторів демографічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Чисельність населення різко зростає	Можливість збільшити обіг фінансів	Кінцевий продукт конкурентів буде відрізнитись від запропонованого нами	Проведення соц. опитувань, кредит в банку на розвиток виробництва
Популяризація сімейного стану населення	Створення сприятливих умов для працівників, враховуючи їх побажання	Зменшення продуктивності підприємства	Створення філіалу за кордоном
Міграція населення	Розвідка про галузь та її стан за кордоном	Зменшення попиту, чисельності працівників та прибутковості,	Креативна реклама, зміна напряму розробки

Таблиця 5.7 - Підсумкова таблиця факторів природного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Прикута увага до забруднення довкілля	Позиціонування підприємства як екологічного	Витрата значної частини грошей, без віддачі	Можна перестати випускати певну групу товарів на даному виробництві, але почати випускати на виробництві, яке знаходиться в іншому районі чи країні.
Природні катаклізми	Можливість почати все спочатку, проте з досвідом	Майже всі шанси не відновити виробництво	Запропонувавши хороші умови можна залучити гроші до реставрації виробництва з держбюджету,
Відкриття нових джерел фінансів	Зміна партнерів	Сировина може бути поганої якості	Частково можна перейти на нову сировину, проте значна частина виробництва не змінюється
Підвищення вартості енергоносіїв	Перепрофілювання виробництва пошук альтернативних джерел енергії, , перерозподіл коштів виробництва.	Велика витрата коштів,	Можна зробити диференціацію цін одних і тих самих товарів в залежності від місця продажу Ринок збуту можна змінити.

5.4 Аналіз факторів мікроркетингового середовища

Таблиця 5.8 - Підсумкова таблиця впливу споживачів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Споживачів цікавлять послуги, які підприємство не надає	Доцільно розширити спектр послуг	Потік клієнтів може не відповідати розрахунковому	Закупка невеликої кількості товарів для швидкого збуту Розширення спектру послуг на декілька одиниць.
Споживачі скаржаться на високу ціну	Пошук шляхів надавати послуги та товари за нижчою ціною, з мінімальним негативним впливом на прибуток	Можна втратити велику частину клієнтів, якщо нічого не змінювати	Впровадження системи знижок для постійних покупців.
Споживачі скаржаться на погану якість товарів чи послуг	Покращення вже існуючих товарів створення нових	На пошук причин поганої якості може бути витрачено великий проміжок часу	Консультація з кваліфікованим фахівцем, який працював на багатьох етапах виробництва продукції
Невисокий попит на продукцію	Збільшити попит та прибуток в результаті переорієнтації виробництва	Зменшення клієнтури	Необхідно почати співпрацю з суміжними підприємствами Вдалий час для запуску рекламної кампанії..

Таблиця 5.9 - Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Випуск конкурентами унікального товару	Можливість випуску унікальної продукції, який би конкурував з надприбутковими товарами	Перехід клієнтури до конкурентів	створення фірми-дистриб'ютора та перепродаж товарів конкурентів. Дослідження плюсів та мінусів надприбуткових товарів конкурентів з метою випуску подібних товарів під власним брендом.
Випуск конкурентами продукції, яка дуже схожі на товари нашої компанії	Можливість зайняти передову позицію на ринку, якщо обґрунтувати переваги власного продукту перед іншими та популяризувати його	Товар конкурентів може виштовхнути з ринку товар нашої компанії	Запропонувати ЗМІ та великим торговельним мережам вигідні умови співпраці.
Зміна конкурентами іміджу компанії	Можливість показати переваги компанії	Занадто потужна пропаганда негативного іміджу стосовно нашої компанії.	Визнання негативних сторін компанії як дійсних та запуск рекламної кампанії, де говориться про усунення виявлених недоліків та випуск хорошого продукту.
Промисловий шпіднаж конкурентами в нашої компанії	пропаганда негативної репутації для конкурентів	Втрата та цінної інформації цінного продукту, які в руках конкурентів значно знизять прибутки нашої компанії	Жорсткий контроль пропускового режиму Проведення власного шпіднажу на компанії, ретельний відбір кваліфікованих кадрів.

Таблиця 5.10 - Підсумкова таблиця впливу контактних аудиторій

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Нейтральна стаття про компанію в журналі	Збільшення клієнтури за рахунок піару	Загострення конкуренції із схожими підприємствами	Збільшення позитивних статей про компанію, які компанія буде фінансувати. Це призведе до збільшення клієнтури.
“Роздуття” негативних сторін компанії	Переорієнтація підприємства задля зведення негативних сторін до мінімуму.	Зниження замовлень в компанії Зменшення клієнтури та	Невдалий продукт не варто більше випускати, але можна випустити продукт, з врахованими недоліками попереднього продукту.
Розкриття в ЗМІ секрету технологічної схеми виробництва	Переорієнтація виробництва Піар для компанії та	Банкрутство компанії	Пропаганда інформації, яка б спростовувала розповсюдженню процесу виробництва продукції.
Контактні аудиторії не помічають наше підприємство	Можливість гучно про себе заявити, нестандартно поводитись на ринку.	Загроза бути непоміченим та недоотримувати прибутків	Можливість заснування власного рекламного агенства

Таблиця 5.11 – Формулювання управлінської проблеми

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> - Легко залучити ЗМІ, оскільки кінцевий продукт є унікальним з точки зору матеріалу. - Є декілька постачальників сировини, які співпрацюють з нашою компанією. - Конкурентна перевага у технології виробництва продукту. 	<ul style="list-style-type: none"> - Потрібне залучення інвестицій. - У компанії немає авторитету на ринку, а тому і немає довіри. - Проведення науково-дослідницьких робіт не гарантує результату у вигляді нового продукту.
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> - Можливість залучати інвесторів, нарощувати фінансову вагу акцій компанії. - Можливість виконувати замовлення та позиціонувати компанію в якості дистриб'ютора. 	<ul style="list-style-type: none"> - Банкрутство підприємства, або заборгованість впродовж довгого часу. - Інвестори будуть диктувати невігідні для компанії умови. - Будь-який інцидент у компанії, спричинений через недотримання технік безпеки, одразу відлякає потенційних інвесторів та клієнтів.

Управлінська проблема: відсутність репутації компанії та унікальних товарів, яка б зробила компанію практично монополією.

Альтернативні шляхи вирішення управлінської проблеми / реалізації управлінської можливості: об'єднання під одним брендом існуючих малих компаній, співпраця з відомим брендом для створення кредиту довіри, мінімізація витрат шляхом використання та розвитку інтернет-ресурсів, залучення для вирішення управлінської проблеми кризис-менеджера, спонсорство у заходах, що цікавлять потенційних клієнтів.

Таблиця 5.12 – Сильні та слабкі сторони альтернативних шляхів.

Альтернативи	Слабкі сторони	Сильні сторони
1. Об'єднання під одним брендом існуючих малих компаній.	Ризик відмови компаній до об'єднання. Складність даного розвитку подій	Створення впізнаваного бренду без додаткових затрат на рекламу. Потужний конкурент на ринку.
2. Співпраця з відомим брендом для створення кредиту довіри.	В рекламі зацікавлена тільки наша компанія. Швидше за все не вигідні умови співпраці для нас.	Якісно нові клієнти, збільшення доходу при сталому числі філіалів компанії.
3. Мінімізація витрат за рахунок розвитку та використання інтернет ресурсів.	Хороший інтернет сайт та його оптимізація в пошукових мережах коштує дорого. Підтримка коштуватиме набагато дешевше.	Створення клієнтської бази, можливість планувати свої витрати та закупки. Служба консультації в телефонному режимі, клієнтура в мережі інтернет,
4. Залучення до вирішення управлінської проблеми кризис-менеджера.	Є ризик, що проблема вирішена не буде, або після вирішення проблеми виявиться ще одне неявна проблема. Консультація кризис-менеджера фінансово може бути невиправданою, а також кризис-менеджера знайти непросто.	При грамотній співпраці з кризис-менеджером управлінська проблема має високі шанси на вирішення.
5. Спонсорство у заходах, які цікаві потенційним клієнтам.	Розраховано на довгострокову перспективу. потрібно дуже ретельно відбирати заходи, які цікаві потенційним клієнтам,.	Нове обличчя компанії на ринку, яке привабливе однаково як для існуючих клієнтів, так і для незнайомих.

Найоптимальніший шлях вирішення управлінської проблеми є – інтенсивний розвиток інтернет-сайту та співпраця з уже відомим брендом

6 ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації на тему „Млин 4.6x10м з модернізацією корпусу” розроблені наступні частини: описана базова конструкція, зроблений літературний та патентний огляд стану питання та запропонована і обґрунтована модернізація млина 4.6x10м., «Автоматична система управління», «Економіка» та «Охорона праці та навколишнього середовища». Крім того виконані розрахунки базового та модернізованого млинів, зроблені висновки відносно впровадження розробленої конструкції в промисловість.

У частині “Автоматична система управління” запропонований контроль процесу подрібнення в млині: контроль рівня матеріалу в живильнику, регулювання швидкості подачі матеріалу в млин, контроль температури млина, автоматизована система змащування та контроль вихідної продукції.

В пояснювальній записці розглянуто декілька варіантів вирішення завдання з використанням новітньої патентної літератури та мережі INTERNET. В результаті проведеної роботи були розглянуті варіанти технічних рішень усунення недоліків трубного млина. Для виконання розрахунків використовувалася програма ANSYS. Також для автоматизованого виконання креслення на функціональній мові програмування AUTOLISP було розроблено програми для виконання креслень і 3D моделей розвантажувальної частини і корпусу трубного млина. Виконані розрахунки підтверджують працездатність модернізованої конструкції.

Внаслідок модернізації, корпусу шляхом встановлення ступінчатої футерівки досягається підвищення ефективності процесу подрібнення за рахунок зменшення величини малорухомого ядра що виникає в барабані млина. Даний результат досягається за рахунок встановлення поперемінно гладких плит футерівки з плитами що мають виступи.

Для покращення ефективності теплового режиму в робочій камері млина була виконана інша модернізація. Дана задача досягається шляхом встановлення між корпусом млина і броньовими плитами теплоізоляційного матеріалу в спеціальних комірках. Дане технічне рішення також забезпечує покращення звукоізоляції трубного млина.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зозуля П. В. Проектирование цементных заводов : [Учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию] / Зозуля П. В., Никифоров Ю. В. - СПб : Синтез, 2001. - 444, [1] с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 439-440 (26 назв.)
2. Гондляр О.В., Сахаров О.С., Сівецький В.І., Щербина В.Ю. САПР. Розрахунки на міцність елементів технологічного устаткування хімічної промисловості (навчальний посібник). К.:ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2005, 136 с.: іл.
3. Кондратьев В.Б. Мировая цементная промышленность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.perspektivy.info/print.php?ID=142481>
4. Боганов А.И. Механическое оборудование цементных заводов – М: Из-во «Машиностроение», 1981. – 688 с.
5. Строительные машины: Справочник: В 2 т. Т. 2: Оборудование для производства строительных материалов и изделий / В. Н. Лямин, М. Н. Горбовец, И. И. Быховский и др.; Под общ. ред. М. Н. Горбовца. - 3-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1991. - 496 с.:
6. Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий из них. Курсовое проектирование. Федоров Г. Д., Иванов А. Н., Савченко А. Г.—Х. : Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1986.— 240 с.
7. Сулименко Л. М. Общая технология силикатов: Учебник. -М.: ИНІФРА-М, 2004.-336 с.
8. Основи охорони праці. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. — Львів: Афiша, 1999. 214 с.
9. Машиностроение. Энциклопедия/ ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Горные машины. Т. IV-24 / Ю.А. Лагунова, АЛ. Комиссаров, В.С. Шестаков и др.; под общ. ред. В.К. Асташева, 2011. 496 с.: ил.

ЗМІСТ

1 ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	3
1.1 Число обертів млина.....	3
1.2 Розрахунок потужності двигуна млина	4
1.3 Розрахунок продуктивності млина	6
1.4 Розрахунок приводу.....	7
2 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ	9
2.1 Розрахунок болтів торцевої кришки	9
2.2 Розрахунок швидкохідного вала на міцність	12
2.3 Розрахунок тихохідного вала.....	14
3 Розробка вузла конструкції в системі autocad	18
3.1 Структура програмного модуля	20
3.2 Підготовка середовища AutoCAD.....	21
3.3 Блок схема програми	21
3.4 Розрахункова схема	23
3.5 Опис роботи системи.....	23
3.6 Тестування програми.....	27
4 РОЗРОБКА ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ AUTOCAD	30
4.1 Завдання до розробки системи	30
4.2 Блок схема програми	30
5 РОЗРАХУНОК ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ ANSYS	32
5.1 Розрахункова схема	32
5.2 Опис роботи системи.....	33
5.3 Тестування програми.....	34
5.4 Порядок виконання розрахунку в системі Ansys	35
ВИСНОВКИ.....	39
Література	40

					ЛП71.013116.01-70ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гопка О.Ю.			Трубний млин 4.6х10м з модернізацією корпусу		Літ.	Арк.
Перевір.								
Керівник		Щербина В.Ю.						1
Н. Контр.							НТУУ 'КПІ', ІХФ	
Затверд.								
							Аркушів	48

ВИХІДНІ ДАНІ

Внутрішній діаметр барабана, м	$D_0=4,6$
Довжина барабана, м	$L=10$
Товщина обичайки барабана, м	$\delta=0,05$
Число обертів млина, об/хв	$n=15,1$
Ступінь завантаження тілами, що мелють	$\varphi=0,23$
Середня насипна вага тіл, що мелють, кН/м ³	$\gamma=45,6$
Відстань між осями підшипників, м	$L=13,3$
Маса кульового завантаження, т	$m_{ш}=160$
Маса обичайки, т	$m_0=57,3$
Маса фланця центральної частини обичайки, т	$m_{\phi}=57,3$
Маса футерівки барабана, т	
на довжині $l=8$ м	$m_8=55$
на довжині $l_1=2$ м	$m_8=19$
Маса розвантажувальної цапфи, та її циліндричної частини	
на довжині $l_2=2,19$ м кришки	$m_{p.ц}=20,1$
на довжині $l_3=0,16$ м	$m'_{p.ц}=18,4$
Маса торцевого фланця обичайки з футерівкою, т	
розвантажувальної частини	$m_p=10,3$
завантажувальної частини	$m_3=10,3$
Маса завантажувальної цапфи, т	
циліндричної частини	
на довжині $l_4=2,54$ м кришки	$m_{3.ч}=23,3$
на довжині $l_5=0,16$ м	$m'_{3.ч}=18,4$
Маса зубчастого вінця, т	$m_b=25$

1 ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ

1.1 Число обертів млина

Оптимальне число обертів млина визначаємо за формулою:

$$n = K \frac{42.2}{\sqrt{D}}$$

де n – робоче число обертів млина в хв,

D – діаметр млина,

K – коефіцієнт, що враховує, яку частину критичного числа обертів складає дійсне число обертів млина, що забезпечує умова роботи куль.

Застосовувані за рубежем і у вітчизняній промисловості млини, діаметром понад 3-и метри, мають робоче число обертів 70...75% від критичної швидкості обертання.

Виходячи з цього і з огляду на те, що діаметр млина складає 4,6 м, то швидкість буде така:

$$n = 0,75 \frac{42,2}{\sqrt{4,6}} = 14,8 \text{ об/хв}$$

Дійсне число обертів млина від головного приводу складає:

$$n = \frac{n_{\text{эл.дв}}}{i_{\text{ред}}} = \frac{500}{30,856} = 16,2 \text{ хв}^{-1}$$

Кутова швидкість:

$$\omega = \frac{2,39}{\sqrt{R}} = \frac{2,39}{\sqrt{2,3}} = 1,58 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

де R – внутрішній радіус млина, м

Висота підйому куль

$$У_B = 4R_o \sin^2 \alpha_o \cos \alpha_{\text{про}} \approx 1,37R = 1,37 \times 1,9 = 2,603 \text{ м}$$

Робота, затрачувана на підйом куль, (Дж)

$$A_1 = 1,3mg = 1,3 \times 210000 \times 9,81 = 2678130 \text{ Дж} = 2678 \text{ кДж}$$

Кінетична енергія, що повідомляється завантаженню, (Дж)

$$A_2 = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega_0^2 R_o^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\sqrt{\frac{g \cos \alpha_o}{R_o}} \right)^2 R_o^2 =$$
$$\frac{mg \cos 60^\circ R_o^2}{2R_o} = 0,214mgR = 0,214 \cdot 210000 \cdot 9,81 \cdot 1,9 = 8376366 \text{ Дж} = 838 \text{ кДж}$$

Сумарна робота, затрачувана на один цикл руху куль, (Дж)

$$A = A_1 + A_2 = 2678 + 838 = 3516 \text{ кДж}$$

За один оберт барабана, завантаження робить циркуляції.

Тривалість однієї циркуляції складається з часу t_i , затрачуваного на рух куль по круговій частині траєкторії, і часу t^{\wedge} , необхідного для руху по параболі:

$$t = t_1 + t_2.$$

Кут Θ_0 , що відповідає проходженню кулі по параболі (рис. 1), при розгляді руху на фіктивному радіусі R_0 буде дорівнює

$$\Theta_0 = \alpha_0 + 90^\circ + \beta_0. \text{ З огляду на, що } \beta_{\text{про}} = 3\alpha_0 - 90^\circ, \text{ одержимо}$$

$$\Theta_0 = 4\alpha_0.$$

Кут Θ_2 , що відповідає дузі, по якій кулі рухаються по колу, складе $\Theta_2 = 360^\circ - 4\alpha_0$.

При частоті обертання n і $\alpha_0 = 60^\circ$

$$t_1 = \frac{1}{n} \cdot \frac{360^\circ - 4\alpha_0}{360^\circ} \approx \frac{0,334}{n} = \frac{0,334}{15,9} = 0,021 \text{ хв}$$

Час руху по параболі (хв)

$$t_2 = \frac{x_B}{v \cos \alpha_o} = \frac{4R_o \sin \alpha_o \cos^2 \alpha_o}{2\pi R_o n \cos \alpha_o} = \frac{0,274}{n} = \frac{0,274}{15,9} = 0,017 \text{ хв}$$

Сумарний час однієї циркуляції (хв)

$$t = t_1 + t_2 = 0,021 + 0,017 = 0,038 \text{ хв}$$

$$z = \frac{1}{tn} \approx \frac{1}{0,038 \cdot 15,9} \approx 1,64$$

Потужність двигуна привода трубного млина, з урахуванням маси матеріалу, що подрібнюється, (прийнятої звичайно рівної 0,14 від маси тіл, що мелють), (кВт)

$$N = \frac{A \cdot \omega \cdot z}{2\pi \cdot 1000\eta} = \frac{3516000 \cdot 1,73 \cdot 1,64}{2 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 0,9} = 1768(\text{кВт})$$

де $\omega=1,73$ рад/с — кутова швидкість, рад/с;

$\eta=0,9$ — к. п. д. привода;

A- сумарна робота, яка затрачується на один цикл.

z- число циклів редуційованого шару завантаження за один оборот барабана.

Масу завантаження (кг) можна визначити по формулі

$$m_{\text{ш}} = 0,785D^2L\varphi\gamma=0,3 \times 4,6 \times 3,8^2 \times 12,42=210 \text{ т}$$

де φ — коефіцієнт заповнення завантаженням барабана ($\varphi = 0,3$);

γ —насипна маса мелючих тіл, приймаємо $\gamma= 4,6 \text{ т/м}^3$;

L — довжина робочої частини млина, м.

D- робочий діаметр млина.

Беремо до уваги номенклатуру освоєних промисловістю електродвигунів в установці млина рекомендував електродвигун типу: СДН-17-50-12 потужністю:

N=3200 кВт із частотою обертання n=500 об/хв із крутним моментом M=65465Нм.

1.3 Розрахунок продуктивності млина

Продуктивність барабанних млинів, і зокрема трубних, залежить від багатьох факторів: конструкції млина, складу і виду тіл, що мелють, властивостей матеріалу, що розмелюється, виду помелу, тонкості здрібнювання і т.д.

Врахувати з достатньою точністю ці фактори не представляється можливим. Тому після перебування основних параметрів млина продуктивність (т/год) рекомендується визначати по емпіричних формулах, наприклад, по формулі

$$P = 6,45\sqrt{D}\left(\frac{m_{III}}{V}\right)^{0,8} qk \cdot V = 6,45 \cdot \sqrt{4,6}\left(\frac{210}{153}\right)^{0,8} 0,05 \cdot 0,86 \cdot 153 = 117,3(m/год)$$

де D — діаметр млина «у світлі», м;

m_{III} - маса що мелють, тл, т;

$V=153 \text{ м}^3$ — робочий обсяг млина, м^3 ;

q — питома продуктивність млина в т на 1 кВт*год корисної; $q = 0,05$;

k — поправочний коефіцієнт на тонкість помелу, значення якого приведені нижче:

Залишок % на ситі № 008	2	3	4	5	6	7	10	12	15	20
$k \dots$	0.59	0.65	0.71	0.77	0.82	0.86	1.0	1.09	1.21	1.42

1.4 Розрахунок приводу

Таблиця 1.1 – Вихідні й розрахункові дані

Найменування		Позначення, формула розмірність	Величина
1		2	3
Тип приводу		Периферійний, однобічний	
Частота (швидкість) обертання млина (необхідна)	Від головного двигуна (робітник режим)	$n_{т.г}, \frac{об}{мин}$	$15 \pm 0,1$
	Від допоміжного двигуна	$n_{в.г}, \frac{об}{мин}$	$0,19 \pm 0,05$
Момент, що крутить на осі млина (розрахунковий)	При обертанні від головного двигуна	кН м	1424
	При обертанні від допоміжного двигуна	кН м	2030
Електродвигун головний	Тип	СДМ 3-17-59	
	Потужність	Нд.г. кВт	3150
	Частота обертання	$n_{д.г}, \frac{об}{мин}$	500
	Момент крутний	Мд.г, Н м	61425
Електродвигун допоміжний	Тип	СДМ 3-17-59	
	Потужність	Нд.в. кВт	55

	Частота обертання	$n_{д.в}, \frac{об}{мин}$	985
	Момент крутний	Мд.в, Н м	534
Передаточне відношення	Відкритої зубчастої передачі	ио.п.	5,579
	Головного редуктора	иг.р.	6,0
	Допоміжного редуктора	ув.р.	159,42
Сумарне передаточне відношення	Головного приводу	иг.п.	33,474
	Допоміжного приводу	ув.п.	5336,48
Частота (швидкість) обертання млина (фактична)	Від головного двигуна	$n_{т.ф}, \frac{об}{мин}$	14,94
	Від допоміжного двигуна	$n_{в.ф}, \frac{об}{мин}$	0,185
КПД	Відкритої зубчастої передачі	ηо. п	0,96
	Головного приводу	ηг. р	0,99
	Допоміжного приводу	ηв. р	0,94
Сумарний КПД	Головного приводу	ηг. п	0,95
	Допоміжного приводу	ηв. п	0,893
Сумарний крутний момент на осі млина по ел.дв.	Головного приводу	Мг.с.,, кН м	1953,3
	Допоміжного приводу	Мв.с.,, кН м	2588,5

2 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

На міцність розраховуються основні вузли млина, які включають барабан (корпус) трубного млина, болти, що з'єднують корпус із днищами, деталі приводного пристрою.

Такі деталі млинів, як цапфи, барабан й ін., випробують на вплив як статичних так і динамічних навантажень, відцентровими силами, викликаних масою тіл. Усе це на ряді з абразивною дією матеріалу, що подрібнюється, вимагає обліку при виборі запасів міцності і якості матеріалу.

2.1 Розрахунок болтів торцевої кришки

Сегмент кріпиться до торцевої кришки 16 болтами М64 класу міцності 10.9. Границя текучості болтів за ГОСТ 1759-70 $\sigma_T=883$ МПа.

Торцева кришка кріпиться до барабана млина 64 болтами М64. Зовнішнє навантаження на і-тий болт з'єднання дорівнює, де $M=3829$ кНм - згинальний момент, сприйманий болтовими з'єднаннями,

z_i – число болтів, розташованих на відстані r_i від осі,

m - число болтів.
$$P_i = \frac{MR \sin \varphi_i}{\sum_{j=0}^{m-1} R^2 \sin^2 \varphi_j}$$

де $R=2,44$ м, $\varphi_i = \frac{2\pi}{m}$, $P_i = \frac{2M \sin \varphi_i}{Rm}$.

Положення болтів схематично зображено

На болтове з'єднання сегмент – торцева кришка діє згинальний момент $M^* = \sum_{k=1}^{18} P_k h_k$, де $h_k = R \sin \varphi_k - 1,59$,

P_k визначається за формулою для P_i .

на рис.2.1:

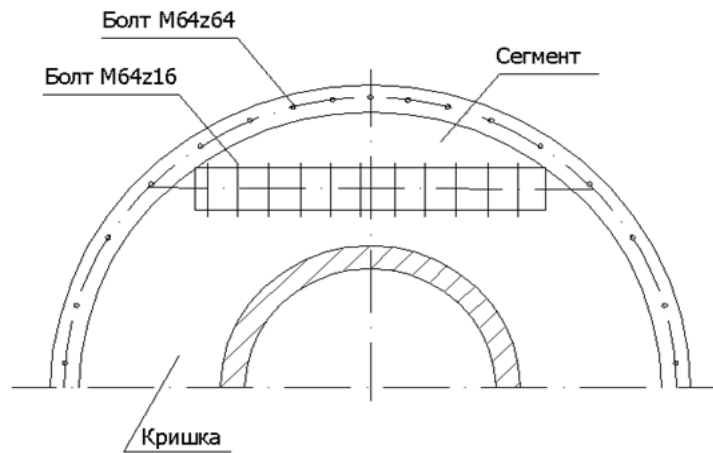


Рис.2.1. Схема положення болтів.

Зусилля, яке приходить на один болт знаходимо за формулою $P^* = \frac{M^*}{nl}$, де

$n=16$ – число болтів у стику,

$l=0,1\text{м}$ - відстань від осі болтового з'єднання до осі повороту стику.

Розрахунок величини зусилля P^* зведений у таблицю 2.1.

Крім згинального моменту M^* болти з'єднуючі сегмент із кришкою сприймають частину перерізуючої сили $Q=1846\text{ кН}$, що діє між кришкою й корпусом млина.

В цьому випадку на кожен болт з'єднання діє розтягуюча сила

$$Q^* = \frac{Qz_{np}}{nm_{np}} = \frac{1846 \cdot 9}{32 \cdot 16} = 32,4 \text{ кН}, \text{ тут } m_{np}=32 \text{ загальна кількість болтів у з'єднанні кришка-}$$

корпус млина.

Таблиця 2.1.

N болта К	$\varphi_{до}$ (радий)	$\sin \varphi_{до}$	P_k (кН)	h_k (м)	M^* (кНм)	P^* (кН)
1,17	0,785	0,707	34,671	0,135	447,03	279,3
2,16	0,883	0,773	37,907	0,296		
3,15	0,982	0,831	40,752	0,438		
4,14	1,080	0,882	43,253	0,562		
5,13	1,178	0,924	45,312	0,665		
6,12	1,276	0,957	46,931	0,745		
7,11	1,374	0,981	448,107	0,803		
8,10	1,473	0,995	48,794	0,838		
9	1,571	1	49,039	0,85		

Сумарне навантаження від дії зовнішніх сил, що доводиться на один болт дорівнює
 $P_{\sigma} = P^* + Q^* = 279,3 + 32,4 = 311,7 \text{ кН}$

З умови щільності стику зусилля затягування повинно дорівнювати: $T_{\sigma} = k(1-x)P_{\sigma}$, де
 $k=2,5$ – коефіцієнт затягування для змінного навантаження,

$x=0,2$ – коефіцієнт зовнішнього навантаження,

$$T_{\sigma} = 2,5(1-0,2)311,7 = 623 \text{ кН}.$$

Повне осьове зусилля в болті $Q = T_{\sigma} + xP_{\sigma}$, $Q = 623 + 0,2 * 311,7 = 685 \text{ кН}$.

Найбільший крутний момент, що діє на болт при затягуванні

$$M_{кр} = \xi T_{\sigma} d, \text{ де } \xi - \text{коефіцієнт, що залежить від тертя в нарізці, } \xi=0,17$$

$d=0,064 \text{ м}$ - зовнішній діаметр.

$$M_{кр}=0,17*623*0,064=6,78 \text{ кН м.}$$

Нормальне напруження $\sigma = \frac{Q}{F_c}$, де $F_c=0,785*5,7505^2=25,96 \text{ см}^2$.

$$\sigma = \frac{685 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}}{25,96 \cdot 10^{-4}} = 264 \text{ МПа}.$$

Дотичне напруження

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0,2 d_c^3}, \tau = \frac{6,78 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 5,7505^3 \cdot 10^{-6}} = 178 \text{ МПа}.$$

Запас міцності по пластичних деформаціях

$$n = \frac{\sigma_T}{\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}}, n = \frac{883 \cdot 0,8}{\sqrt{264^2 + 3 \cdot 178^2}} = 1,7.$$

Мінімально допускаємий запас міцності по пластичних деформаціях $[n]=1,5$.

2.2 Розрахунок швидкохідного вала на міцність

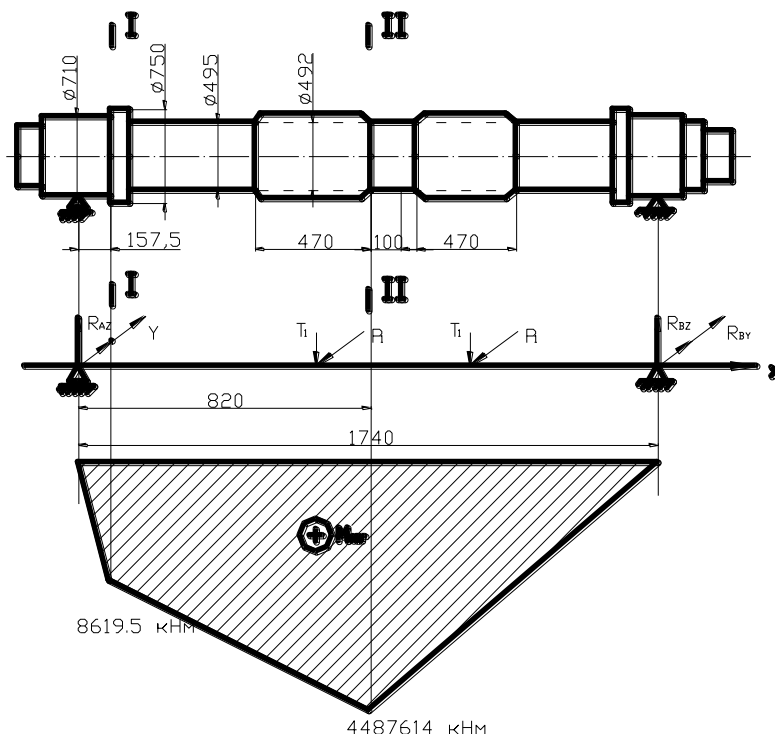


Рис.2. 2. Схема швидкохідного вала.

$$\sigma_s = 630 \text{ МПа} \quad \sigma_1 = 270 \text{ МПа} \quad \delta_{-1} = 175 \text{ МПа} \quad \psi_\sigma = 0,1 \quad \psi_\tau = 0,05$$

$n=1,6$ – запас міцності на витривалість.

$$T = 237 \cdot 10^3 \text{ Нм}.$$

Визначимо окружне і розпірне зусилля.

$$P = \frac{2 \cdot T}{d_{\text{ом}}} = \frac{2 \cdot 237000}{50,73} = \frac{4740000}{50,73} = 934350 \text{ Н}$$

$$P_I = \frac{P}{2} = \frac{934350}{2} = 467170 \text{ Н};$$

$$T_I = \frac{P_I \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = \frac{46717 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ}{0,9462} = \frac{46717 \cdot 0,57735}{0,9462} = 285060 \text{ Н};$$

Реакція від сил P_I і T_I рівні

$$\begin{aligned} R_{AZ} &= R_{BZ} = T_I = 285060 \text{ Н} \\ R_{AY} &= R_{BY} = P_I = 467170 \text{ Н} \end{aligned}$$

Сумарні реакції:

$$R_A = R_B = \sqrt{R_{AZ}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{28506^2 + 46717^2} = 547270 \text{ Н}$$

Перевіряємо небезпечних переріз:

Перетин I-I.

Згинальний момент у перетині:

$$M_{I-I} = R_A \cdot l_{I-I} = 54727 \cdot 15,75 = 8619502 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Моменти опору перетину:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 71,0^3 = 0,1 \cdot 35791,1 = 35791,1 \text{ м}^3;$$

$$W_P = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 71,0^3 = 0,2 \cdot 35791,1 = 71582,2 \text{ м}^3;$$

$$d = 710 \text{ мм.}$$

Напруга в перетині нормальна і дотична:

$$\sigma = \frac{M_{I-I}}{W} = \frac{86950,2}{35791,1} = 2,41 \text{ МПа};$$

$$\delta = \frac{M_{\kappa p}}{W_p} = \frac{2370000}{71582,2} = 3,31 \text{ МПа}$$

Через невеликі напруги, визначення запасу міцності не робимо.

Перетин II-II.

$$M_{II} = R_A \cdot l_{II-II} = 54727 \cdot 82.0 = 4487614000 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Моменти опору перетину:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 49,5^3 = 12128,7375 \text{ м}^3;$$

$$W_P = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 49,5^3 = 24257,475 \text{ м}^3;$$

$$d = 49,5 \text{ м.}$$

Напруга в перетині нормальна і дотична:

$$\sigma = \frac{M_{II-II}}{W} = \frac{4487614}{12128,7375} = 37 \text{ МПа};$$

$$\delta = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{2370000}{24257,475} = 9,77 \text{ МПа}$$

2.3 Розрахунок тихохідного вала

Вал зі сталі 50.

$$\sigma_s = 630 \text{ МПа} \quad \sigma_1 = 270 \text{ МПа} \quad \delta_{-1} = 175 \text{ МПа} \quad \psi_\sigma = 0,1 \quad \psi_\tau = 0,05;$$

$n=1,3$ – запас міцності на витривалість.

$$T_{II} = 18 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

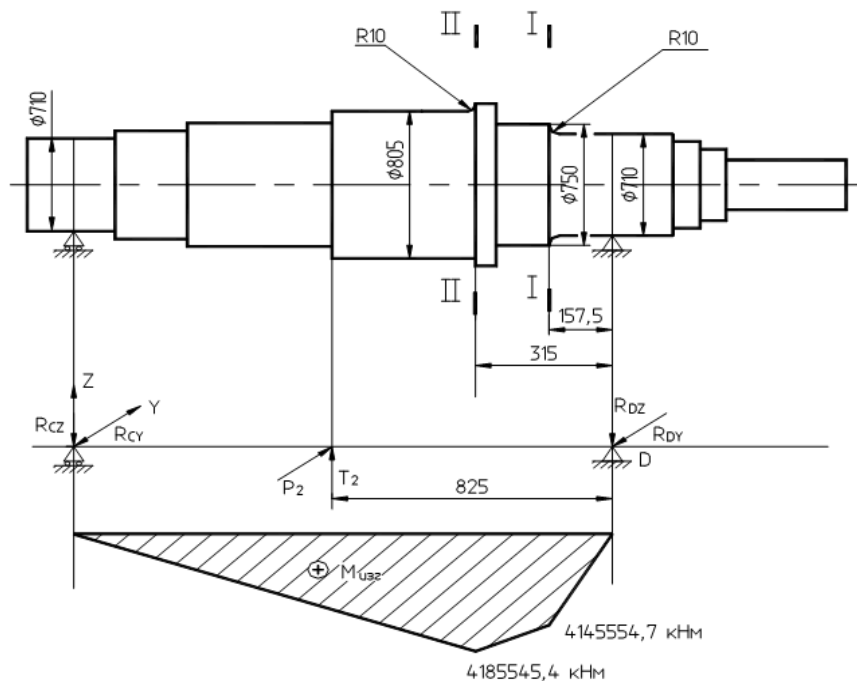


Рис.2. 3. Схема тихохідного вала.

Окружне і розпирне зусилля відповідно:

$$P_2 = P_1 = 467170 \text{ Н}; T_2 = T_1 = 285060 \text{ Н}.$$

$$R_{CZ} = R_{DZ} = \frac{T_2}{2} = \frac{28506}{2} = 142530 \text{ Н};$$

$$R_{CY} = R_{DY} = \frac{P_2}{2} = \frac{46717}{2} = 233585 \text{ Н}$$

Сумарні реакції:

$$R_C = R_D = \sqrt{R_{DZ}^2 + R_{DY}^2} = \sqrt{14253^2 + 23358,5^2} = 27363 \text{ Н}.$$

Знайдемо реакції від неврівноваженої частини окружного зусилля на муфті:

$$P_M = 0,2 \frac{M_{кр}}{d_M} = 0,2 \frac{18000000}{135} = 266660 \text{ Н};$$

$$R_D^M = \frac{P_M (15 + 154)}{165} = \frac{26666 \cdot 319}{165} = 51550 \text{ Н};$$

$$R_C^M = R_D^M - P_M = 51554 - 26666 = 248880 \text{ Н}.$$

Повні реакції.

$$R_D = R_D' + R_D^M = 27363,61 + 51557 = 78917,6 \text{ Н}.$$

$$R_C = R_C' + R_C^M = 27363,61 + 24888 = 522516 \text{ Н}.$$

Перевіримо небезпечний переріз.

$$M_{I-I} = (27363,6 \cdot 15,75) + (26666 \cdot 169,75) = (51554 \cdot 15,75) = 4145554700 \text{ Нм}.$$

Момент опору.

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 71,0^3 = 0,1 \cdot 35791,1 = 35791,1 \text{ м}^3;$$

$$W_P = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 71,0^3 = 0,2 \cdot 35791,1 = 71582,2 \text{ м}^3;$$

$$d = 710 \text{ мм}.$$

Напруження в перетині нормальне і дотичне.

$$\sigma = \frac{M_{I-I}}{W} = \frac{414554,7}{35791,1} = 11,58 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_P} = \frac{18000000}{71582,2} = 25,14 \text{ МПа}.$$

Концентратор напруження:

$$R = 10 \text{ мм}; \quad d = 710 \text{ мм}; \quad D = 750 \text{ мм}; \quad \frac{R}{d} = \frac{10}{710} = 0,014; \quad \frac{D}{d} = \frac{750}{710} = 1,05; \text{ тоді}$$

$$K'_\sigma = 3,2; \quad K'_\tau = 1,9.$$

Ефективні коефіцієнти концентрації:

$$K_\sigma = \left(2,28 \frac{D}{d} - 1,9 \right) \cdot (K'_\sigma - 1) + 1 = 2,07;$$

$$K_\tau = \left(2,28 \frac{D}{d} - 2,72 \right) \cdot (K'_\tau - 1) + 1 = 1,27.$$

Коефіцієнти впливу абсолютних розмірів у залежності від діаметра:

$$\varepsilon_\sigma = \varepsilon_\tau = 0,45 \text{ - масштабний фактор.}$$

β - коефіцієнт, що враховує вплив частоти поверхневого шару: $\beta=0,9$.

$$\sigma_u = \sigma = 11,58 \text{ МПа}; \quad \tau_u = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{181,4}{2} = 12,57 \text{ МПа}.$$

Запас міцності по нормальних і дотичних напруженнях:

$$R_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_u \cdot K_\sigma}{\beta \cdot \varepsilon_\sigma} + \psi_{\sigma m}} = \frac{2700}{\frac{115,8 \cdot 2,07}{0,9 \cdot 0,45}} = 4,5;$$

$$R_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_l \cdot K_\tau}{\beta \cdot \varepsilon_\tau} + \psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{1750}{\frac{125,7 \cdot 1,27}{0,9 \cdot 0,45} + 0,05 \cdot 125,7} = 4,4.$$

Загальний запас міцності на витривалість:

$$R = \frac{R_\sigma \cdot R_\tau}{\sqrt{R_\sigma^2 + R_\tau^2}} = \frac{4,5 \cdot 4,4}{\sqrt{4,5^2 + 4,4^2}} = 3,1.$$

Перетин II-II.

Згинальний момент у перетині:

$$M_{II-II} = (27363,6 \cdot 31,5) + (26666 \cdot 185,5) - (51554 \cdot 31,5) = 4185545400 \text{ Нм}$$

Момент опору перетину:

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 80,5^3 = 0,1 \cdot 521660,125 = 52166,0125 \text{ м}^3;$$

$$W_P = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 80,5^3 = 104332,025 \text{ м}^3;$$

$$d = 805 \text{ мм.}$$

Напруження в перетині нормальне і дотичне:

$$\sigma = \frac{M_{II-II}}{W} = \frac{414554,7}{52166,0125} = 8,2 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_P} = \frac{18000000}{104332,025} = 11,2 \text{ МПа.}$$

Через невеликі напруги визначення запасу міцності не робимо.

3 РОЗРОБКА ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ AUTOCAD

Розробити програмне забезпечення для проектування розвантажувальної частини при задаванні розмірів по формальними параметрами.

Програми виконати на функціональній мові AutoLISP в програмному середовищі AutoCAD.

Програмне забезпечення має містити автоматизовану систему що забезпечує:

- 1) інтерактивний ввід вихідної інформації засобами багаторівневого віконного меню або інтерактивних графічних засобів;
- 2) оперативну обробку проектної документації, виконаної в системі AutoCAD;
- 3) можливість доповнення системи програмами для виконання креслень нових деталей без суттєвого доопрацювання системи;
- 4) побудова на основі введених даних моделі типу SOLID для оцінки правильності вибору конструкції і погоджень проектувальником зазначених розмірів;
- 5) вихідні тексти програм повинні бути написані на функціональній мові AutoLISP і орієнтовані на використання в середовищі AutoCAD.

Метою даної роботи є розробка програмного забезпечення для автоматизованого проектування розвантажувальної частини на базі параметризованого креслення представленого на Рис. 3.1.

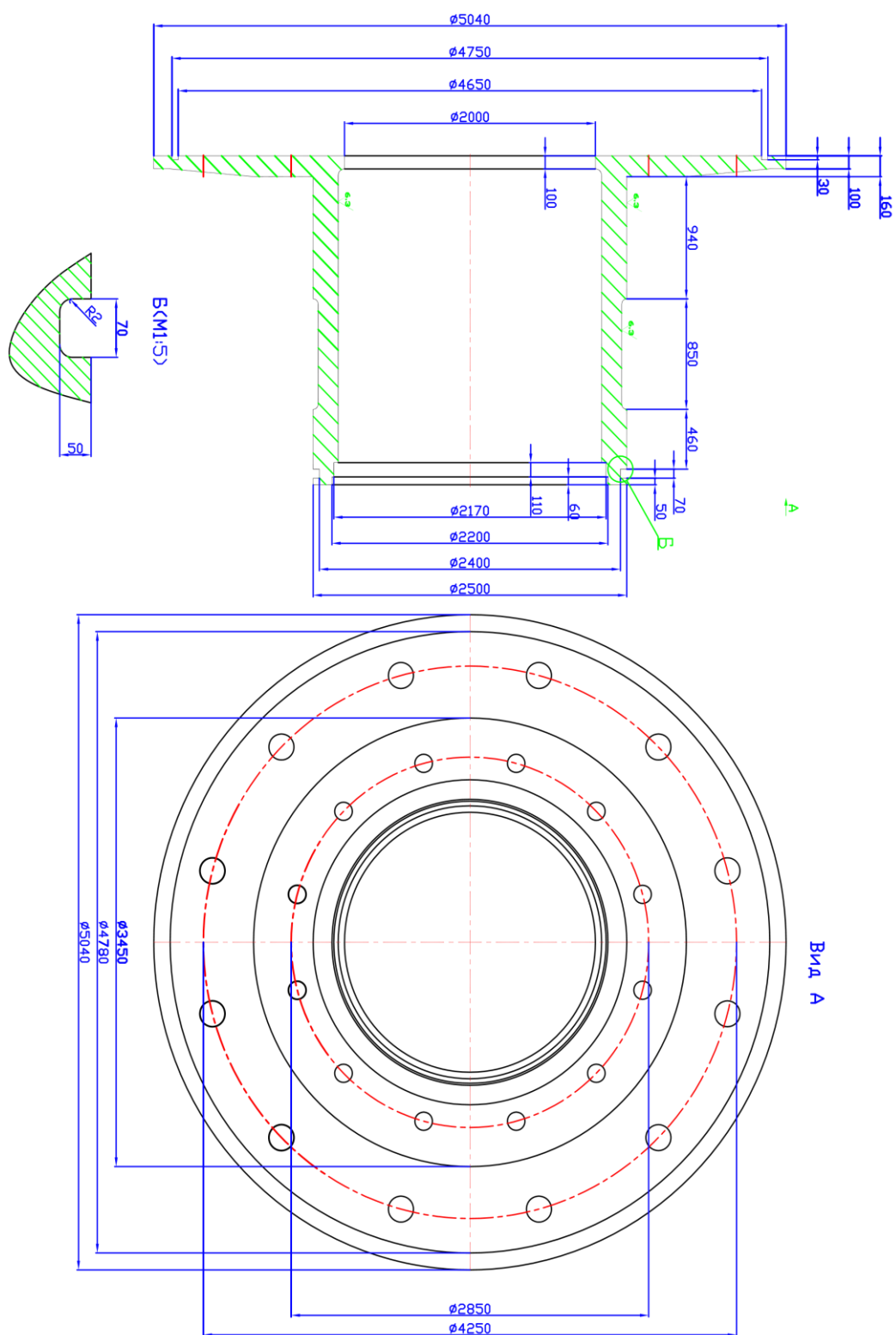


Рис. 3.1 – Креслення деталі

3.1 Структура програмного модуля

Розроблена система надає можливість виконувати параметризовані креслення за допомогою задання значень параметрів або їх корегуванням. Введення і коректування задається інформації здійснюється в інтерактивному режимі з використанням екранного і падаючого меню AutoCAD, а також із середовища графічного редактора. Введення чисельних величин здійснюється з екрану і рядків підказок.

Система розміщена в каталозі D:\study\5\KPO\md\ . У каталозі знаходяться файли «dial.DCL», «2d.lsp», «3d.lsp», «Lab_9.lsp», в яких містяться програми. Крім того в каталозі також знаходяться файл: «myslide.sld».

Усі виконувані функції наведені в додатку. У файлі «dial.DCL» знаходиться програма з «ресурсів» для опису формату діалогового вікна, для виконання креслення.

У файлі «Lab_9.lsp» розміщена програма на мові AutoLISP, яка виконує креслення зображення деталі.

У файлі «mydan.sld» розміщено зображення корпусу завантажувальної частини, що передається в діалогове вікно.

У програмах використовуються наступні підпрограми для виконання певних функцій:

1. (2ds) – побудова основного креслення конструкції;
2. (3d) – побудова 3D моделі;
3. (sp) – повертає координати точки, симетричній заданій точці відносно горизонтальної лінії, що проходить через базову точку;
4. (ramka) – поїдпрограма виконує креслення рамки і штампа креслення;

3.2 Підготовка середовища AutoCAD

У програмі були використані функції:

("DIMTXT" 4) ; висота тексту

("DIMASZ" 4) ; розмір стрілки

("DIMTAD" 1) ; розмір тексту над розмірною лінією

("DIMTIH" 0) ; безперервність розмірної лінії

("DIMGAP" 1) ; відстань до тексту

("DIMEXO" 0) ; відстань від виносної лінії до тексту

У кресленні створюються декілька шарів з різним кольором для виділення примітивів, які знаходяться на них. Цим шарам присвоєні імена:

- "osi" - шар для осей симетрії, примітиви червоного кольору;
- "osn" - шар для основних ліній, примітиви білого кольору;
- "shtr" - шар для штрихування, зеленого кольору;
- "razm" - шар для простановки розмірів синього кольору.

3.3 Блок схема програми

Блок-схема програми приведена на рисунку 3.2.

Вона складається з блоків:

1. Виклику діалогового вікна;
2. Введення початкових даних;
3. Розрахунку базових точок;
4. Блок виконання креслення;
5. Блок виконання 3D моделі;
6. Зупинка.

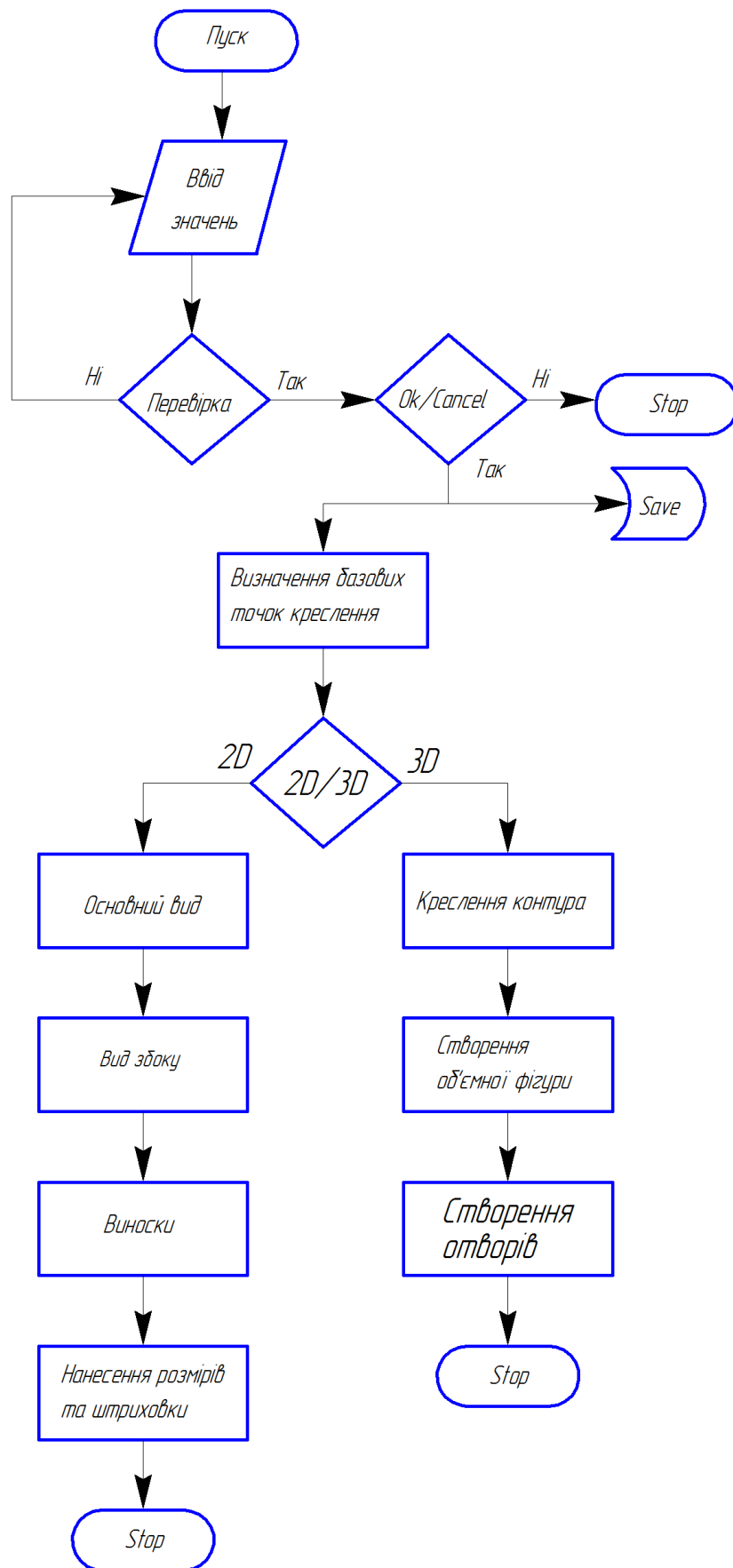


Рис. 3.2. – Блок схема програми

3.4 Розрахункова схема

Розрахункова схема розвантажувальної частини приведена на рисунку 3.3. Відповідно вказаних точок розроблена програма на функціональній мові AutoLISP, яка приведена в додатку 1. Базова точка розміщена на осі обертання.

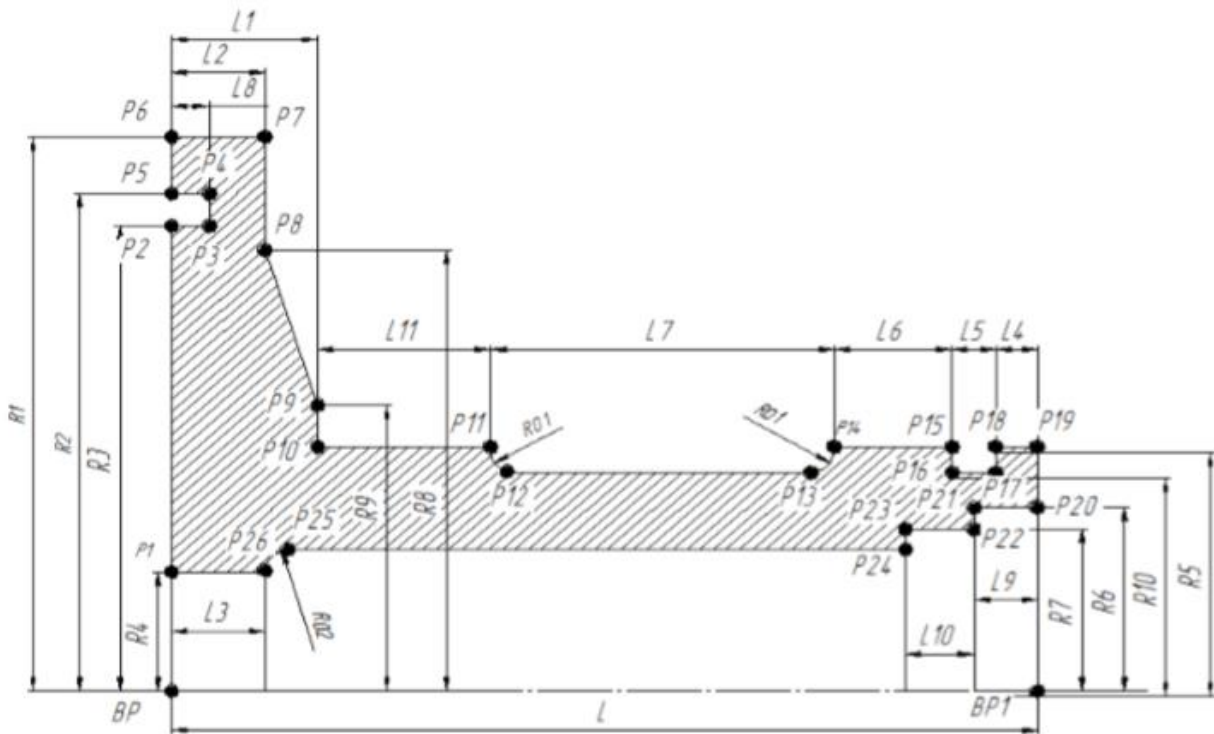


Рис. 3.3 Базові точки

3.5 Опис роботи системи

При запуску програми на екрані з'являється діалогове вікно наведене на рисунку 3.4. Формат цього діалогового вікна визначається в файлі "dial.dcl". Вікно складається з трьох основних частин:

1. Ескізу креслення – служить для полегшення вводу формальних параметрів, і відображає їх назву. Використовується слайд, записаний в файлі "myslide.sld".
2. Містить клавіші керування: «Перевірка», «2D», «3D», «Відміна» і поле задання масштабу.
3. Поля задання розмірів, для зручності керування поділено по групам: «Діаметри», «Довжини», «Радіуси».

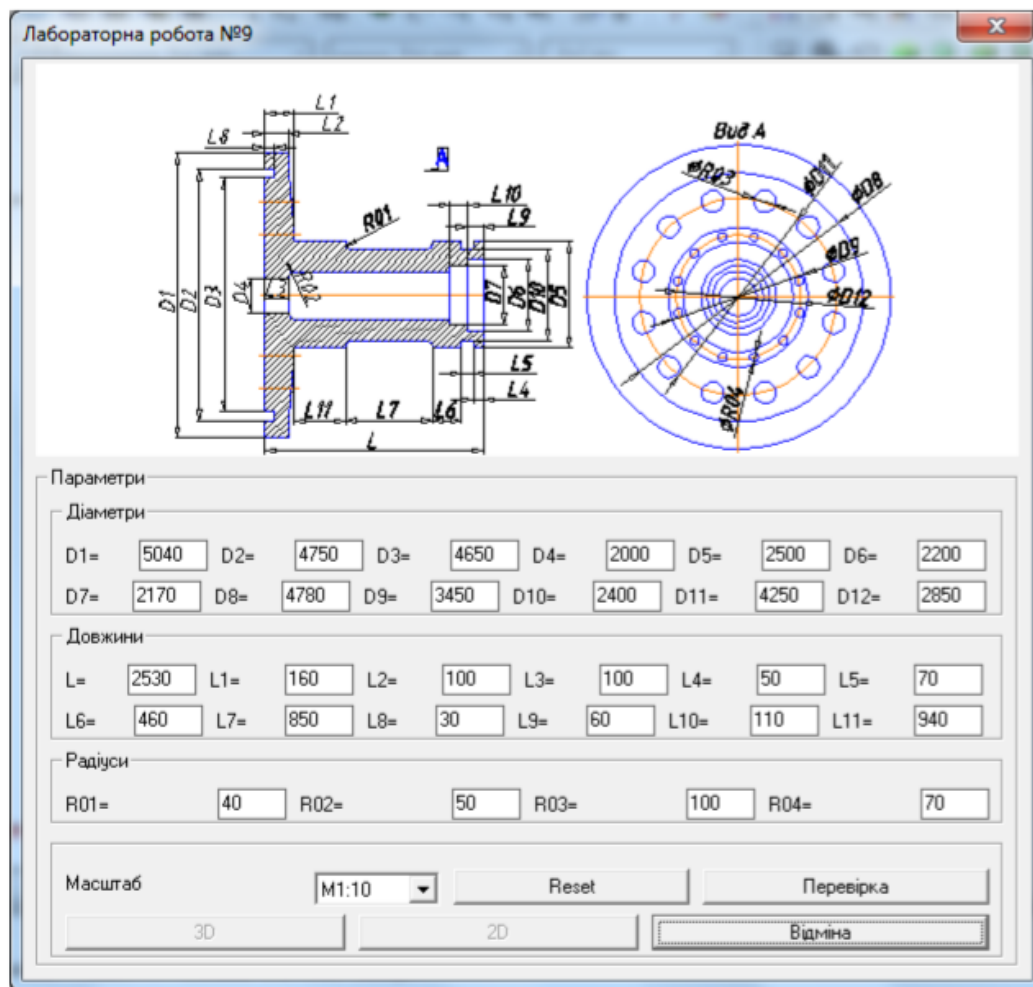


Рис. 3.4 – Діалогове вікно

Зміна параметрів креслення фланця завантажувальної частини виконується вибором одного з дійсних значень або вводом необхідного значення параметра в відповідне віконце діалогового вікна. Для зміни параметра в діалоговому вікні потрібно за допомогою "миші" підвести курсор до відповідного вікна і натиснути ліву клавішу миші. Після цього з клавіатури вводиться нове значення. Введене нове значення відображається в відповідному віконці діалогового вікна.

В ці поля задання розмірів вносяться значення діаметрів і довжин у відповідності з слайдом.

Параметри

Діаметри

D1=	5040	D2=	4750	D3=	4650	D4=	2000	D5=	2500	D6=	2200
D7=	2170	D8=	4780	D9=	3450	D10=	2400	D11=	4250	D12=	2850

Довжини

L=	2530	L1=	160	L2=	100	L3=	100	L4=	50	L5=	70
L6=	460	L7=	850	L8=	30	L9=	60	L10=	110	L11=	940

Радіуси

R01=	40	R02=	50	R03=	100	R04=	70
------	----	------	----	------	-----	------	----

Рис. 3.5 – Поля задання розмірів

Поле «Масштаб» Рис. 3.6 включає в себе набір, що визначає допустимі масштаби креслення.

M1:10

M1:10

M1:5

M1:4

M1:2,5

M1:2

Рисунок 3.6 – Поле задання масштабів

За замовчуванням встановлений масштаб (M1:10).

В полі керуючих клавiш Рис. 3.7 входять кнопки – «2D», «3D», «Відміна» і «Перевірка».

Масштаб

M1:10

Reset

Перевірка

3D

2D

Відміна

Рисунок 3.7 – Поле керуючих клавiш

Кнопка «2D».

Якщо натиснути цю кнопку, то виконується побудова креслення корпусу завантажувальної частини по введеним значенням параметрів.

Кнопка «Відміна».

Вихід з програми редагування креслення і діалогового вікна. Вона є підсвіченою за замовчуванням.

Кнопка «3D».

Якщо натиснути цю кнопку, то виконується побудова тривимірної моделі корпусу завантажувальної частини.

Кнопка «Перевірка»

Якщо натиснути цю кнопку, то виконується перевірка введених значень розмірів, якщо помилок не виявлено, то кнопки «2D» і «3D» стають активними, які по замовчуванню не активні.

При невірному вводі значень виводиться повідомлення, з зазначеною помилкою, та, як це наведено на рисунку 3.8.

Кнопка «Reset»

Якщо натиснути цю кнопку, то виконується скидання значень розмірів на стандартні, тобто які задані за умовою в програмі.



Рис. 3.8 – Перевірка вводу значень

При зміні хоча б одного розміру, кнопки «2D» і «3D» автоматично замилуються, тим самим роблячи необхідним виклик перевірки.

Розмір рамки автоматично підбирається відповідно до введених параметрів та масштабу. Базова точка вказується за допомогою лівого кліка миші на робочому просторі AutoCAD.

Отримане креслення є стандартним, і з ним можна працювати використовуючи будь-які команди AutoCAD.

3.6 Тестування програми

Для перевірки тестування розробленої програми були проведені перевірки роботи програми при зміні довжин: L1, L3, L7, L11. Отримані результати приведені на Рис. 3.10.

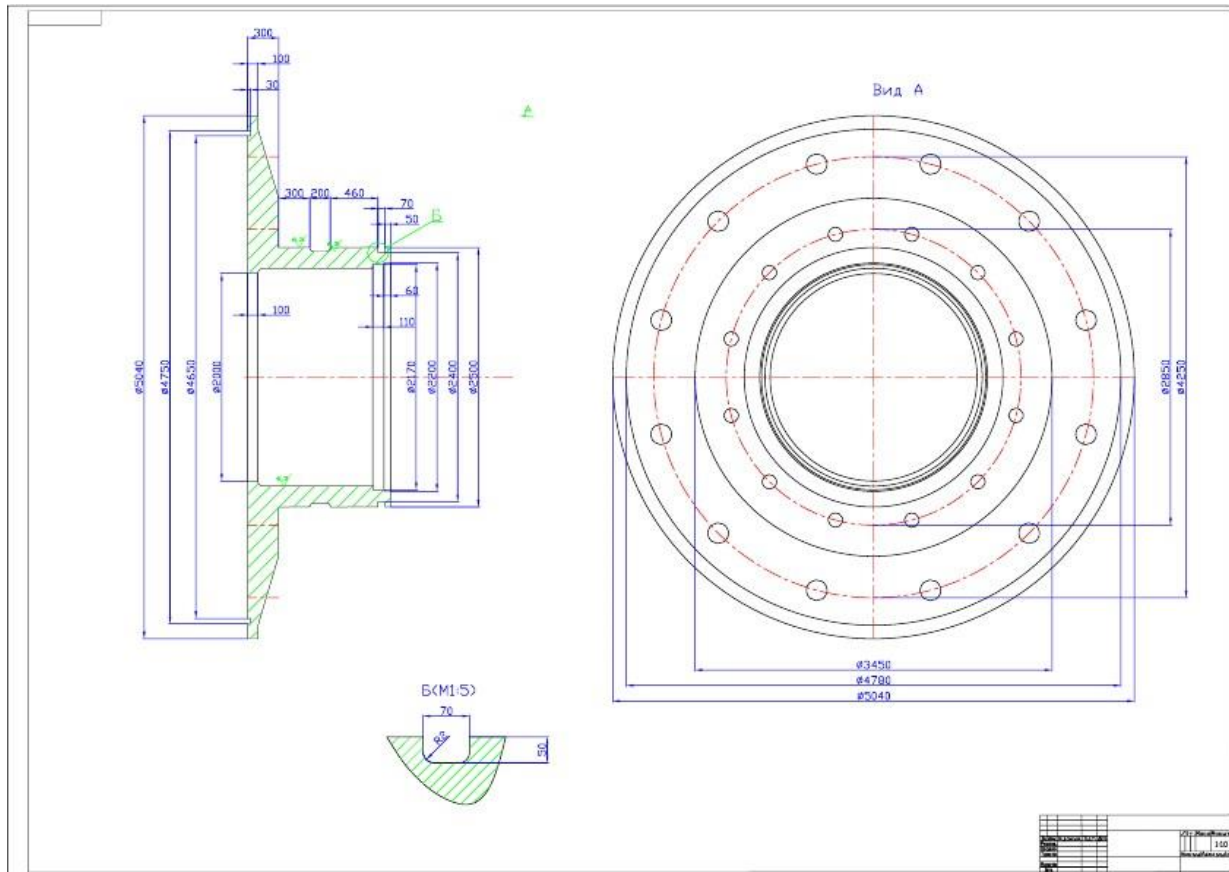


Рис. 3.10 – Тестування по формальним параметрам на зміну довжини

Для перевірки тестування розробленої програми були проведені перевірки роботи програми при зміні діаметрів: D1=4000, D2=3700, D3=3600, D4=1800, D8=3700, D11=3500, D9=3400. Отримані результати приведені на Рис. 3.11

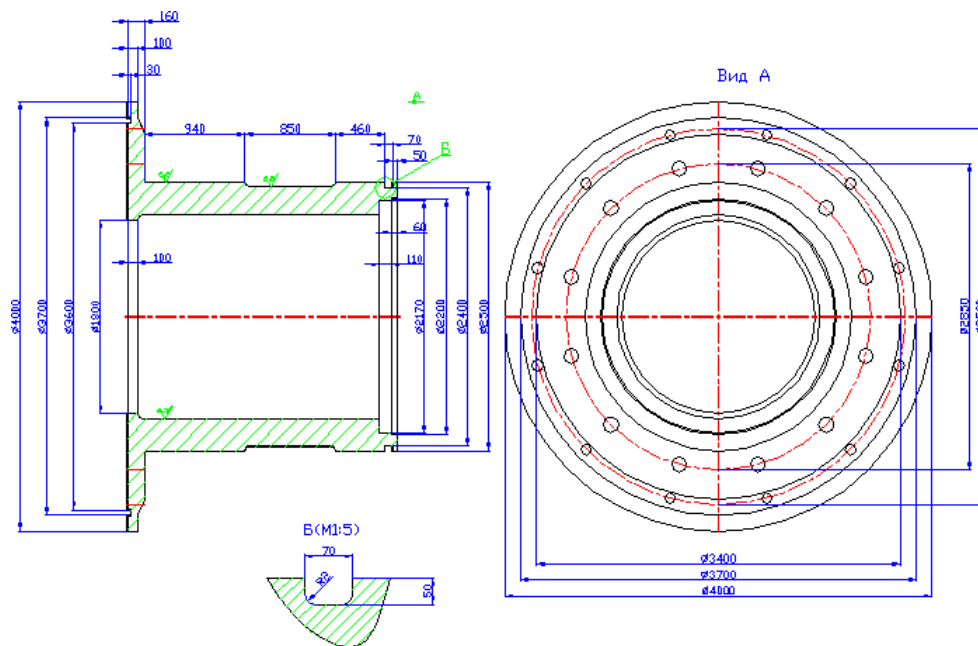


Рис. 3.11 – Тестування по формальним параметрам на зміну діаметрів

Для перевірки тестування розробленої програми були проведені перевірки роботи програми при зміні масштабу.

Отримані результати приведені на Рис. 3.12.

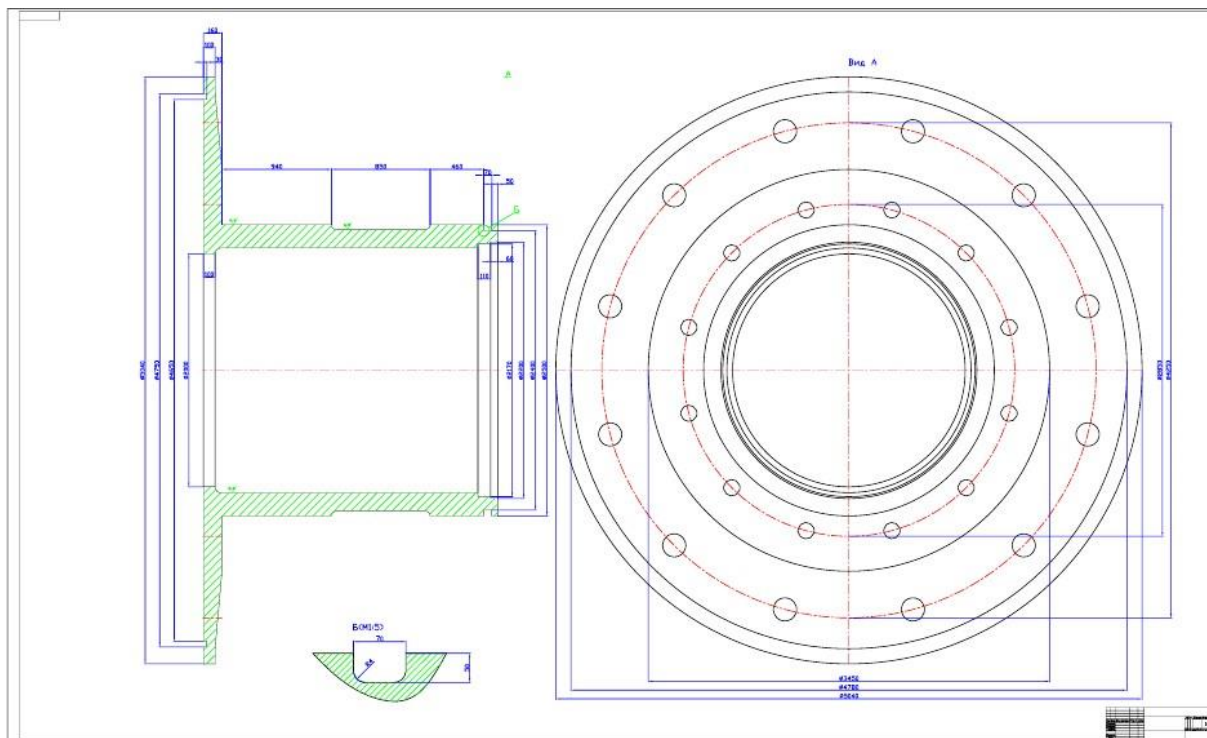


Рис. 3.12 – Масштаб (1:5)

Після ініціалізації кнопки «3D» виконується твердотільне моделювання.

За точками геометрії визначається контур і будується твердотільна модель шляхом обертання контура на кут 360^0 (Рис. 3.13). Модель може бути побудована незалежно від креслення, оскільки має власний алгоритм розрахунку опорних точок.

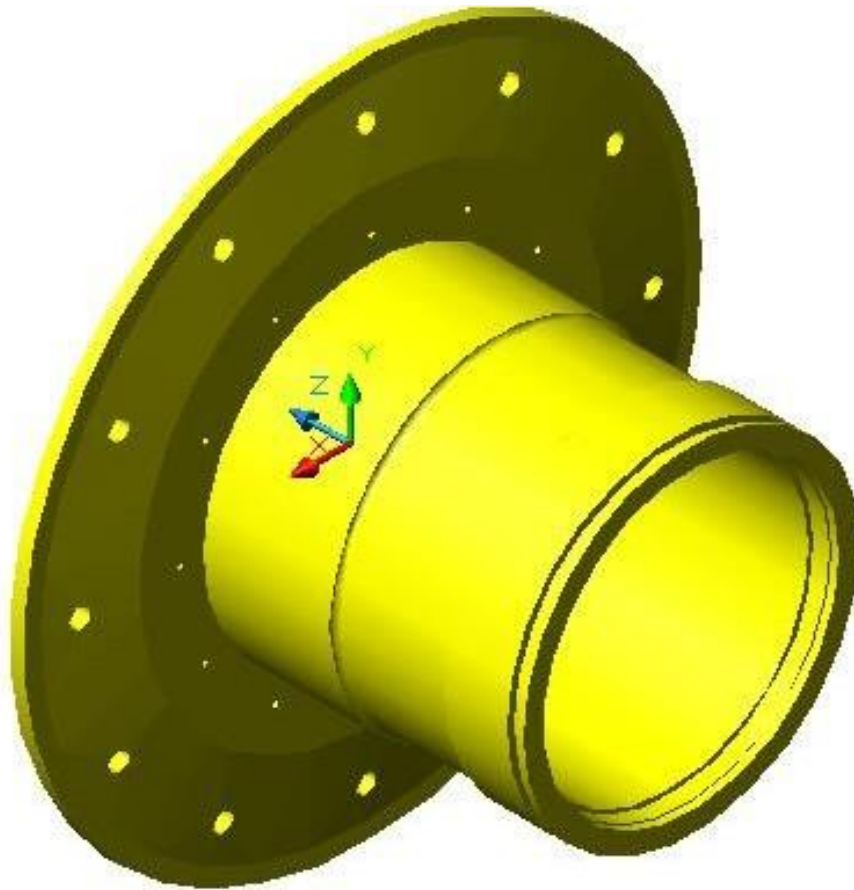


Рис. 3.13 – 3D модель корпусу завантажувальної частини

4 РОЗРОБКА ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ AUTOCAD

4.1 Завдання до розробки системи

Розробити програмне забезпечення для проектування барабана трубного млина. Програму виконати на функціональній мові AutoLISP в програмному середовищі AutoCAD.

Програмне забезпечення має містити автоматизовану систему що забезпечує:

- 1) можливість вводу вихідних розмірів засобами багаторівневого віконного меню та графічних засобів;
- 2) оперативну обробку проектної документації, виконаної в системі AutoCAD;
- 3) можливість доповнення системи програмами для виконання креслень нових деталей без суттєвого доопрацювання системи;
- 4) побудова твердотільної моделі типу SOLID для подальшого нанесення сіткової області та проведення розрахунків на міцність;
- 5) вихідні тексти програм повинні бути написані на функціональному мовою AutoLISP і орієнтовані на використання в середовищі AutoCAD.

4.2 Блок схема програми

Блок-схема програми приведена на (див. рис. 6.1) . Вона складається з блоків:

- виклик діалогового вікна;
- введення даних;
- перевірка даних;
- збереження даних в файл;
- побудова 2D/3D;

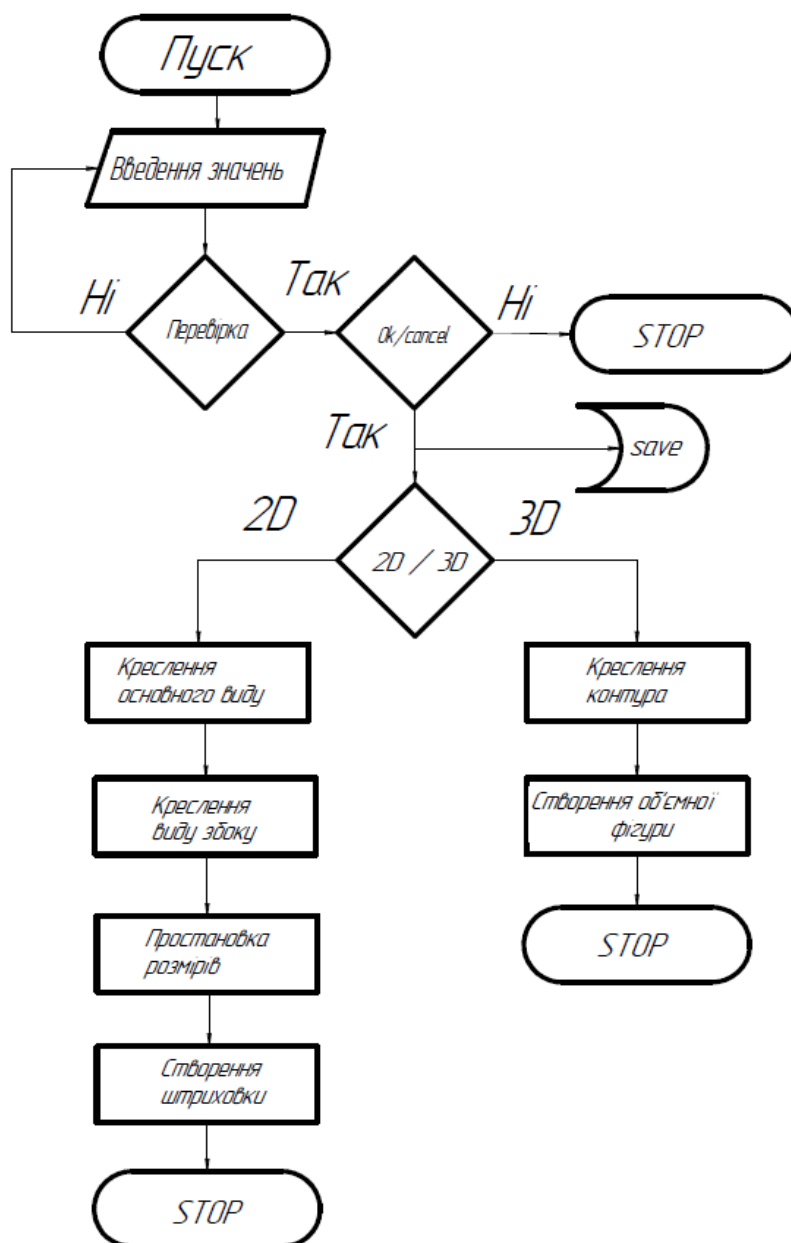


Рисунок 6.1 – Блок-схема програми

5 РОЗРАХУНОК ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ ANSYS

Метод скінченних елементів (МСЕ) є потужним та надійним засобом дослідження поведінки конструкцій в умовах різних навантажень та закріплень. На даний час на ринку програмного забезпечення існує велика кількість комплексів МСЕ, в тому числі ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, COSMOS та інші. Традиційно ці продукти відносяться до категорії CAE (Computer Aided Engineering) програмного забезпечення, яке застосовується при проектуванні машинобудівних, будівельних та інших конструкцій [7]. Розрахунки виконані в середовищі ANSYS Workbench з попередньо побудованою 3D моделлю в програмному комплексі AutoCAD. Для розрахунку корпусу трубного млина на міцність імітуємо навантаження, які діють на вузол, а саме врахування власної ваги конструкції і врахування маси молильних тіл. Були розраховані базова та модернізована моделі. Для виконання розрахунку барабану трубного млина в системі Ansys аналогічно до попереднього розділу була розроблена програма для побудови 3D моделі.

5.1 Розрахункова схема

Розрахункова схема для барабану трубного млина зображена на Рис. 5.1. Відповідно вказаних точок розроблена програма на функціональній мові AutoLISP, яка приведена в Додатку. Базова точка розміщена на осі обертання.

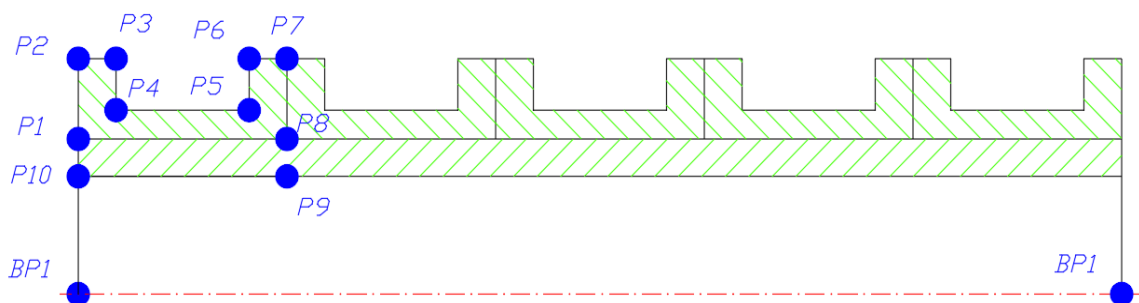


Рис 5.1 – Розрахункова схема

5.2 Опис роботи системи

При запуску програми на екрані з'являється діалогове вікно (рис.. 5.). Формат цього діалогового вікна визначається в файлі «dialog_mlin.dcl».

Дане вікно складається з трьох частин:

1. Ескіз барабана та його параметри – відображає назву формальних параметрів. Використовується слайд, записаний в файлі «detal.sld».
2. Виконання – вміщує такі клавіші керування: «Масштаб», «Перевірка», «2D», «3D», «Reset», «Cancel».
3. Поля задання розмірів, для зручності поділено на дві підгрупи: «Довжини», «Діаметри».

Зміна параметрів креслення виконується вибором одного з дійсних значень або вводом необхідного значення параметра в відповідну комірку діалогового вікна. Для зміни параметра в діалоговому вікні потрібно за допомогою миші підвести курсор до відповідного вікна і натиснути ліву клавішу на миші. Після цього з клавіатури вводиться нове значення.

Поле «Масштаб» включає в себе набір, що визначає допустимі масштаби креслення.

При зміні хоча б одного розміру, кнопки «2D» і «3D» автоматично заморожуються, тим самим роблячи необхідним виклик перевірки.

Базова точка задається за допомогою лівої клавіші миші на робочому просторі AutoCAD. Отримане креслення є стандартним та з ним можна працювати використовуючи будь-які команди AutoCAD.

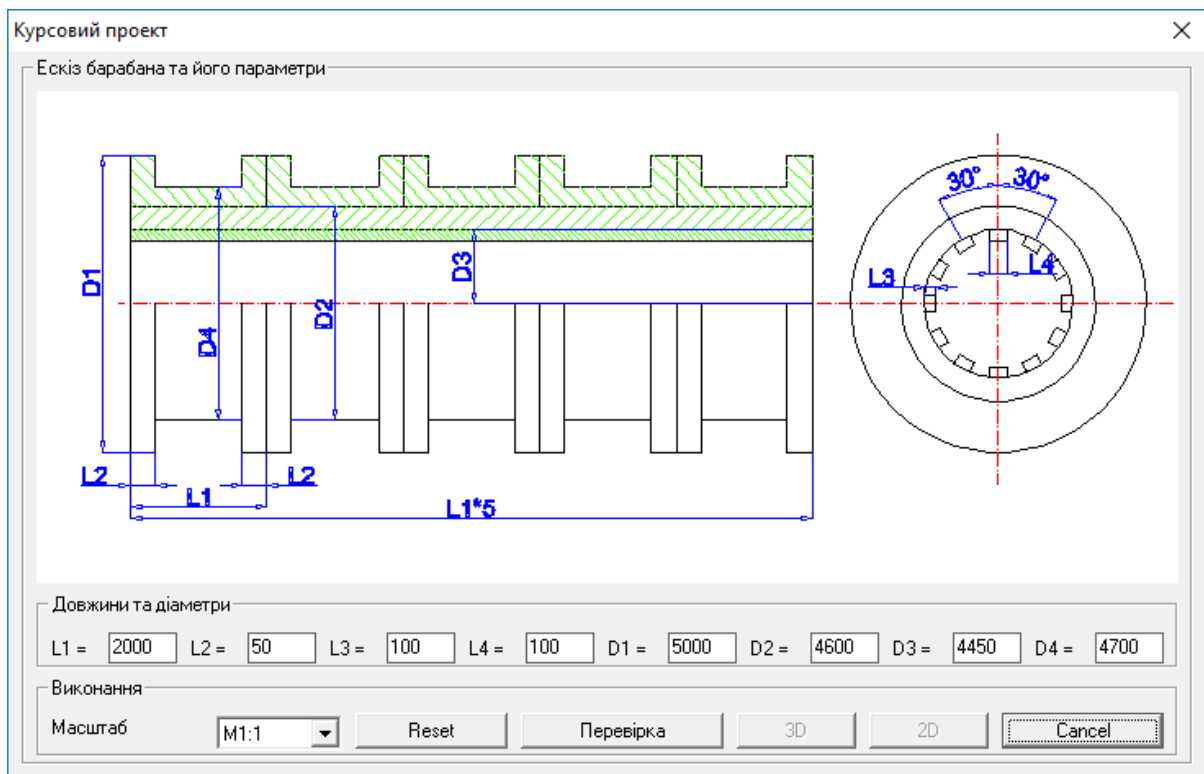


Рис. 5.2 – Головне діалогове вікно

5.3 Тестування програми

На Рис.5.2 приводиться результат роботи програми 3D модель барабана, яка в подальшому використовуватиметься для розрахунку на міцність в системі ANSYS.

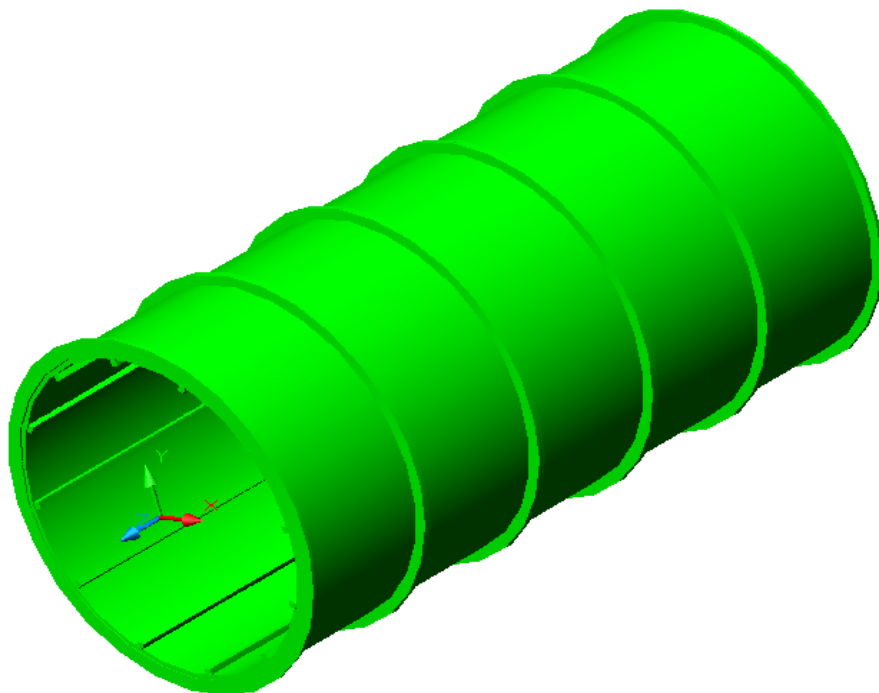


Рисунок 5.2 – 3D модель барабана

5.4 Порядок виконання розрахунку в системі Ansys

1. Завантажуємо модель розроблену в AutoCad в проект Ansys, Рис. 5.3 :

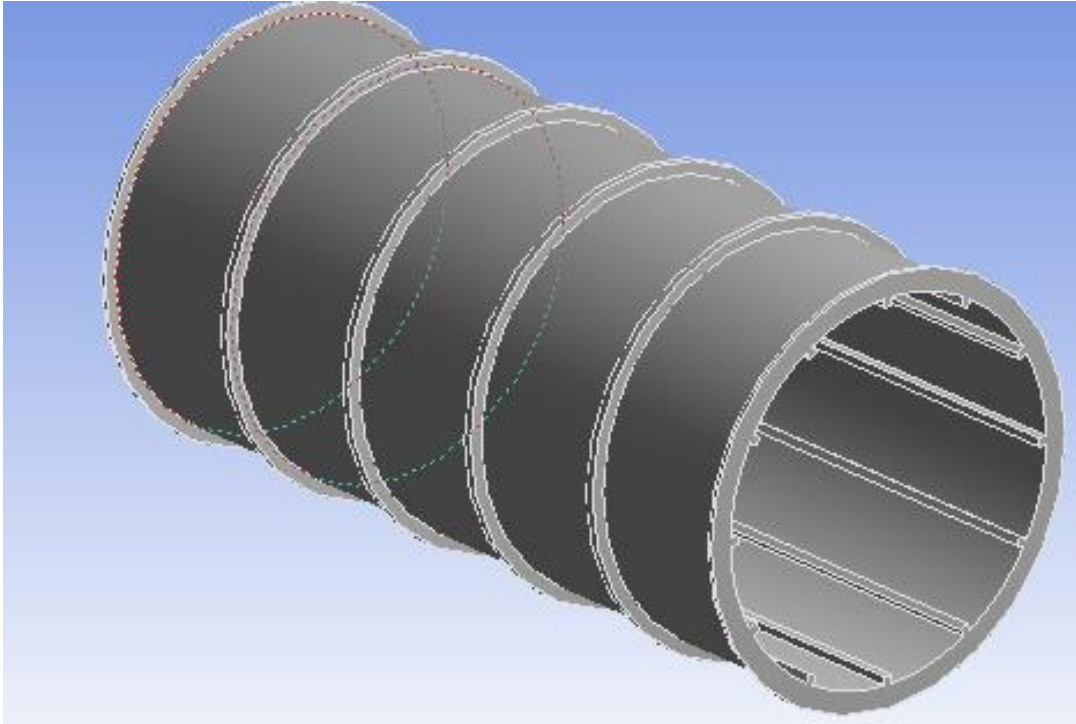


Рис 5.3 – Конструкція барабану

2. Розбиваємо на кінцеві елементи (N=203356: E=68617) Рис.5.4

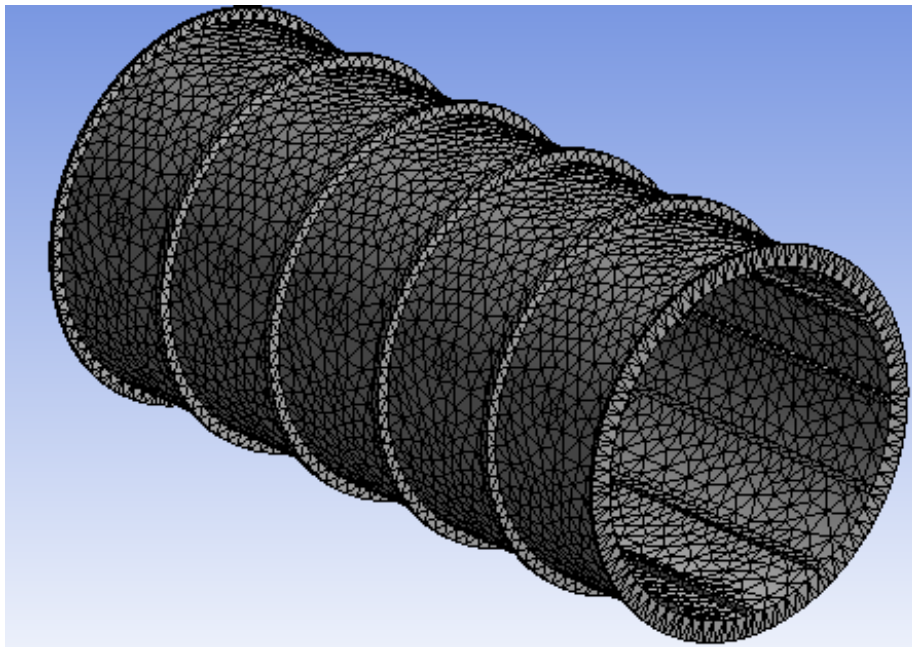


Рис 5.4 – Сітка розподілу KE

3. Прикладаємо навантаження на секторі внутрішньої поверхні яке імітує масу моливильних тіл, при розрахунку враховуємо власну вагу конструкції, закріплюємо конструкцію по двох торцях. Рис.5.5

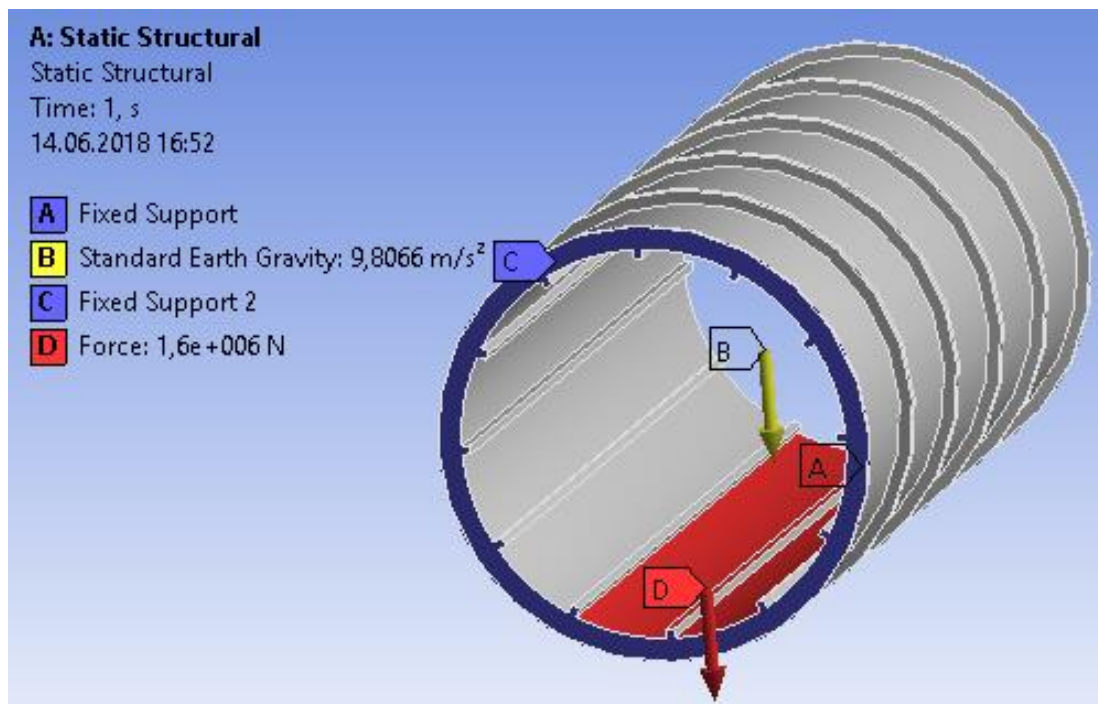
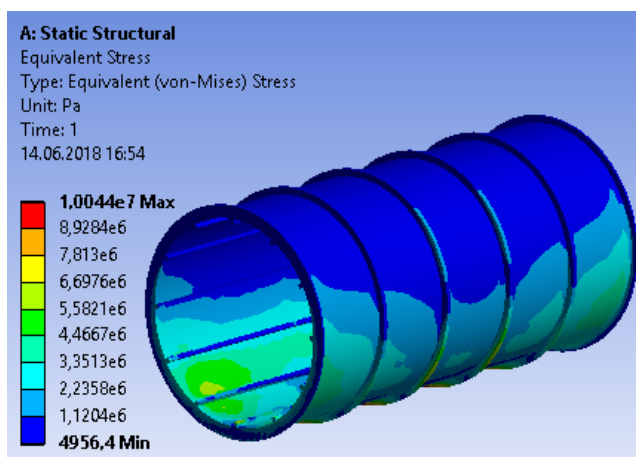


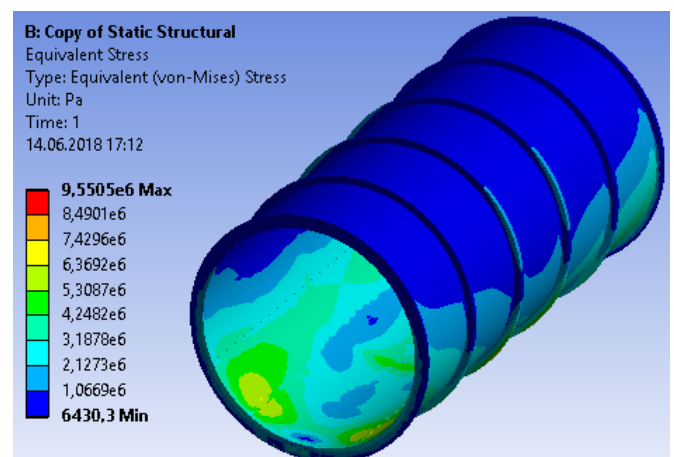
Рис.5.5 – Граничні умови завдання

Результати розрахунків приведені нижче

З врахуванням маси мелючих тіл і власної маси конструкції:

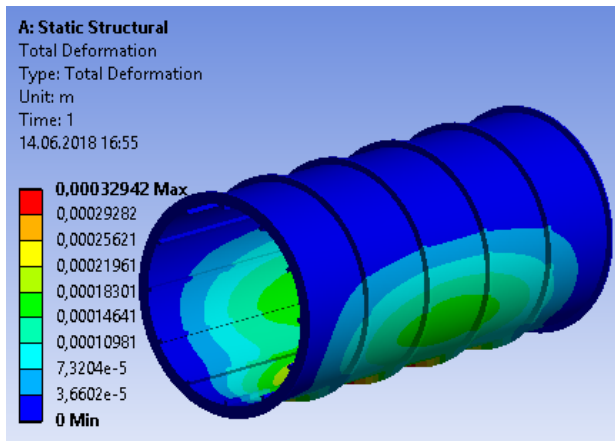


а) модернізований корпус

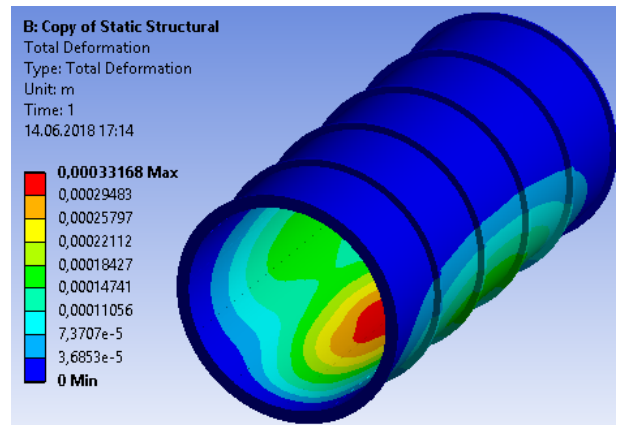


б) базовий корпус

Рисунок 5.6 – Еквівалентні напруження



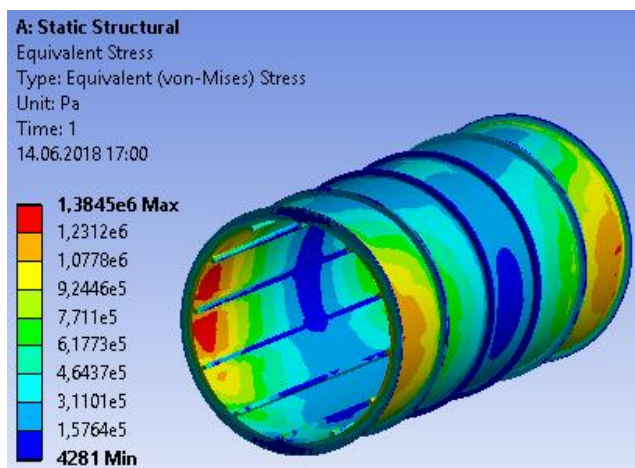
а) модернізований корпус



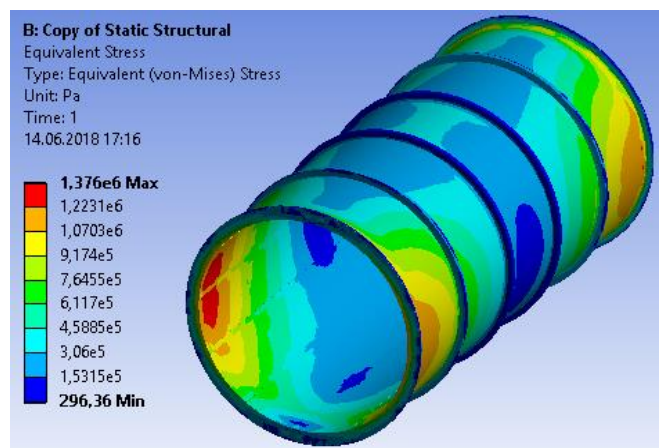
б) базовий корпус

Рисунок 5.7 – Абсолютна деформація

З врахуванням власної маси конструкції:

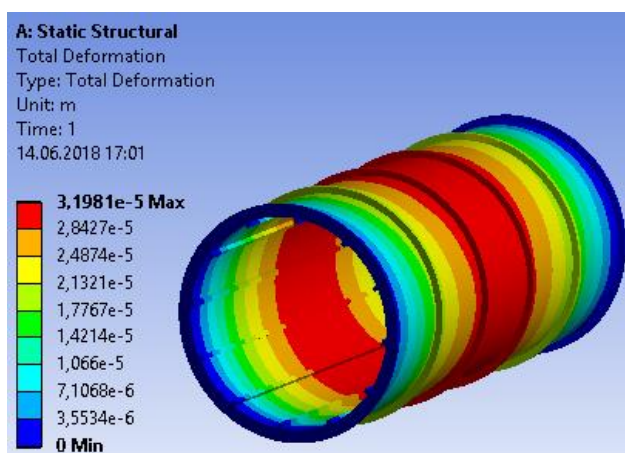


а) модернізований корпус

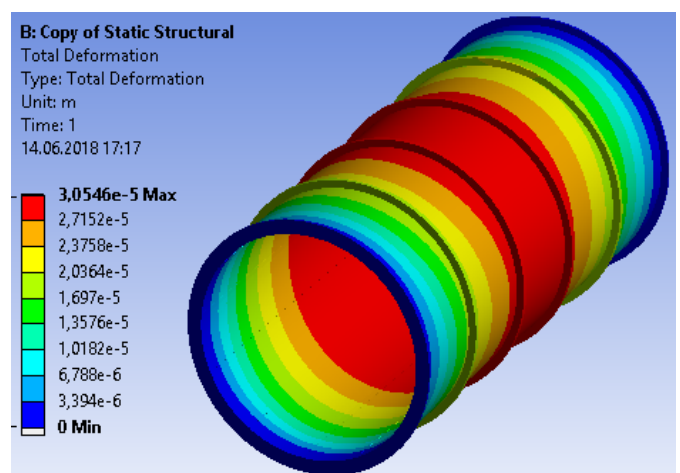


б) базовий корпус

Рисунок 5.8 – Еквівалентні напруження



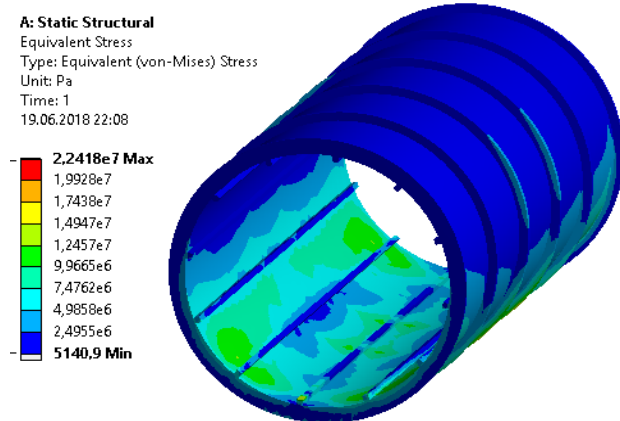
а) модернізований корпус



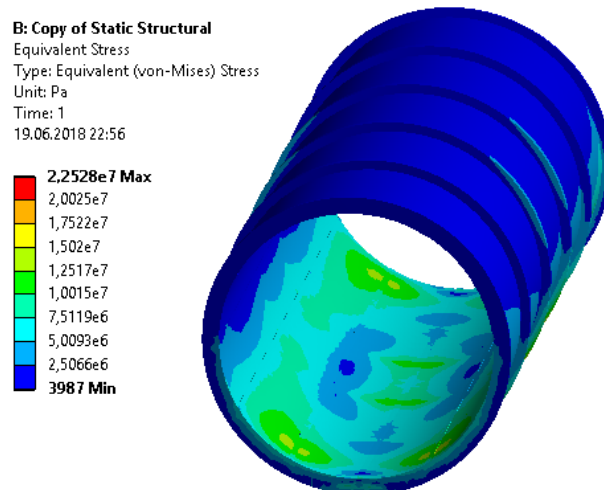
б) базовий корпус

Рисунок 5.9 – Абсолютна деформація

З врахуванням маси моливних тіл, власної ваги і маси завантаження матеріалу:

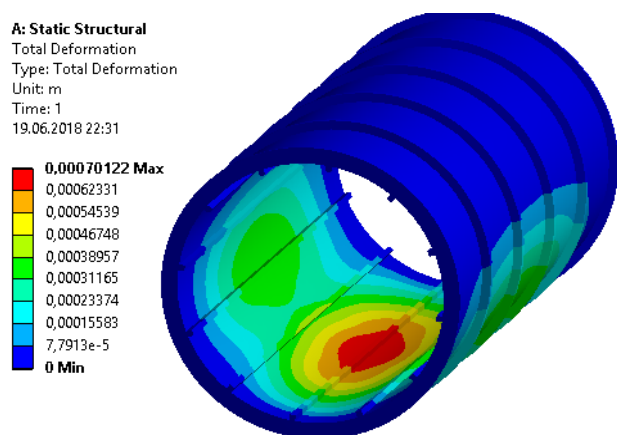


а) модернізований корпус

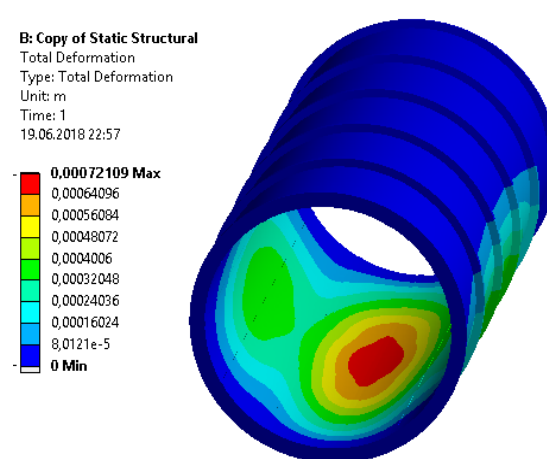


б) базовий корпус

Рисунок 5.10 – Еквівалентні напруження



а) модернізований корпус



б) базовий корпус

Рисунок 5.11 – Абсолютна деформація

В результаті проведеної роботи були отримані еквівалентні напруження і абсолютна деформація базової і модернізованої конструкцій при врахуванні маси молильних тіл, маси завантаження і без них. Максимальні еквівалентні напруження для модернізованої конструкції складають 22.4 МПа, для базової – 22.5 МПа. На основі отриманих даних ми переконалися в тому що модернізована конструкція задовольняє умови міцності. Різниця еквівалентних напружень базової і модернізованої конструкцій незначна, проте використання модернізованої конструкції забезпечує підвищення продуктивності млина.

ВИСНОВКИ

У даному розділі було розроблено кінематичні, параметричні і розрахунки на міцність

Виконана розробка програмного забезпечення для автоматизованого проектування деталі трубного млина, а саме розвантажувальної частини, і барабана на базі параметризованих креслень даних деталей.

У результаті отримано програмне забезпечення, що включає автоматизовану систему, яка забезпечує:

- 1) інтерактивне введення вихідної інформації за допомогою багаторівневого віконного меню або інтерактивних графічних засобів;
- 2) оперативну обробку проектної документації, виконану в системі AutoCAD;
- 3) можливість доповнення системи програм для виконання креслень нових деталей без суттєвого доопрацювання системи;
- 4) побудову на основі введених даних твердотільних моделей типу SOLID для подальшого розрахунку.
- 5) запис проміжних і отриманих результатів у відповідні файли і відображення на пристроях друку;
- 7) вихідні тексти програм написані на функціональній мові AutoLISP і орієнтовані на використання в середовищі AutoCAD.

Отримана 3D модель барабана базової і модернізованої конструкції була розрахована в системі Ansys. Отримані результати підтверджують працездатність модернізованої конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. -Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. - Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.
3. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов втузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленинград: 1984. 301 с.
4. Сівко В.Й., Поляченко В.А. «Обладнання підприємств промислово будівельних матеріалів і виробів»
5. Н.Ф. Киркач, Р.А. Баласаян. Расчет и проектирование деталей машин. -3-е изд.,перераб. и доп. -Х.: Основа, 1991. —276с.: схем
6. .Борщевский А.А., Ильин А.С. «Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий»
7. Федоров Г.Д., Иванов А.Н. «Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий»